



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FAKULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY

HAZARD ANALYSIS OF TOOLROOM WORKSHOP

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. DÁVID DUBOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Dávid Dubovský

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Výrobní systémy (2301T030)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza rizik nástrojářské dílny

v anglickém jazyce:

Hazard analysis of toolroom workshop

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem diplomové práce je vypracování analýzy rizik pro vybranou nástrojářskou dílnu. Přitom je potřeba zohlednit aktuálně platné zákony a nařízení, které se vztahují k bezpečnému provozu a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nástrojů. V návaznosti na ně bude provedena analýza nebezpečí a navržena preventivní opatření ke snížení rizika. Práce bude obsahovat rozšířené shrnutí dosažených výsledků v německém jazyce.

Cíle diplomové práce:

- 1) Popište analyzovanou nástrojářskou dílnu
- 2) Proved'te rešerši legislativních dokumentů vztahujících se k bezpečnosti u této dílny
- 3) Proved'te rešerši harmonizovaných standardů vztahujících se k bezpečnosti u této dílny
- 4) Proved'te identifikaci nebezpečí v rámci analýzy rizik
- 5) Navrhněte preventivní opatření ke snížení rizika u vybraných strojních zařízení

Seznam odborné literatury:

- [1] Marek J. a kol.: Konstrukce CNC obráběcích strojů III, MM Publisching s.r.o., Praha, 2014, 684 p, ISBN 978-80-260-6780-1
- [2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES pro strojní zařízení
- [3] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU pro elektrická zařízení
- [4] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU o elektromagnetické kompatibilitě
- [5] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/95/ES o obecné bezpečnosti výrobků
- [6] Evropská rámcová směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci (směrnice 89/391/EHS)

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.


Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 7.4.2015

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ABSTRAKT	

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá analýzou rizík vybraných strojových zariadení podľa platných legislatívnych dokumentov na Slovensku, prevzatých zo smerníc Európskej únie. Práca je zameraná aj na skúmanie legislatívy vzťahujúcej sa k bezpečnosti nástrojárskej dielne v Českej Republike a v Nemecku a preto bol pre jej účely vykonaný rešerš harmonizovaných štandardov aj v týchto krajinách. Následne je vykonaná identifikácia nebezpečenstiev podľa rešeršovaných noriem a zhodnotenie riadiacich prvkov systému na základe výkonnostnej úrovne systému. Na záver sú všetky dosiahnuté informácie vyhodnotené, navrhnuté preventívne opatrenia a možnosti odstránenia rizík aj so zohľadnením ekonomických faktorov.

Kľúčové slová


Analýza rizík, riziko, strojové zariadenie, identifikácia nebezpečenstiev, BOZP, sústruh, obrážačka

Abstract

This master`s thesis deals with a hazard analysis of selected machinery according to an actual legislative documents in Slovakia, which were taken over from European Union directives. The thesis is focused on exploring legislation related to the safety of toolroom workshop in the Czech Republic and Germany. Because of that was done the recherche of harmonized standards in these countries. Subsequently is made the identification of hazards under researched standards and assessment of control system based on the performance level of the system. In the end are all obtained data evaluated and the precautionary measures are suggested. With taking care of economic factors are finally proposed the possibilities of the elimination of risks.


Keywords

Hazard analysis, hazard, machinery, hazard identification, OHS, turning machine, shaping machine

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	

Bibliografická citácia

DUBOVSKÝ, D. *Analýza rizik nástrojářské dílny*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 103 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D..

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ	


Čestné vyhlásenie

Prehlasujem, že som diplomovú prácu s titulom Analýza rizík nástrojárskej dielne, vypracoval samostatne pod vedením vedúceho doc. Ing. Petra Blechu, Ph.D. s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

V Brne dňa 25.5.2015

.....

Dávid Dubovský

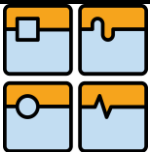
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	PODĚKOVÁNÍ	

Pod’akovanie

Týmto ďakujem vedúcemu diplomovej práce doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. a firemným konzultantom, najmä Ing. Petrovi Halenárovi, za cenné pripomienky a rady pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	POPIS ANALYZOVANEJ NÁSTROJÁRSKEJ DIELNE	12
2.1	Popis zachovaných strojových zariadení	15
3	DEFINÍCIE ZÁKLADNÝCH POJMOV	25
4	LEGISLATÍVNE DOKUMENTY VZŤAHUJÚCE SA K BEZPEČNOSTI ANALYZOVANEJ DIELNE.....	27
4.1	Európska legislatíva	27
4.2	Legislatíva BOZP na Slovensku	32
4.3	Legislatíva BOZP v Českej republike.....	34
4.4	Legislatíva BOZP v Nemecku	36
5	VYTÝČENIE CIEĽOV PRÁCE	40
6	METODIKA PRÁCE	41
7	ANALÝZA RIZÍK VYBRANÝCH STROJOVÝCH ZARIADENÍ.....	43
7.1	Definície vybraných pojmov k analýze rizík podľa normy STN EN ISO 23125.....	43
7.2	Zoznam identifikovaných nezhôd podľa STN EN ISO 23125	49
7.3	Popis identifikovaných nezhôd s kontrolným zoznamom pri vybraných strojových zariadeniach.....	57
8	NÁVRH PREVENTÍVNYCH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE RIZIKA VYBRANÝCH STROJNÝCH ZARIADENÍ.....	69
9	VÝPOČET ŽIVOTNOSTI ELEKTRICKÝCH A ELEKTROMECHANICKÝCH SÚČIASTOK STROJOV	76
9.1	Sústruh SV 18 RA.....	77
9.2	Obrážačka HOV 25 A	81
10	ZÁVER.....	85
11	DIPLOMARBEIT IM ÜBERBLICK AUF DEUTSCH	87
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	91
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, OZNAČENÍ A VELIČÍN.....	96
	ZOZNAM OBRÁZKOV	99

Str. 10	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	OBSAH	

ZOZNAM TABULIEK	101
ZOZNAM PRÍLOH.....	102
PRÍLOHY.....	103

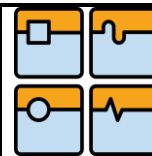
1 ÚVOD

V súčasnosti predstavuje analýza rizík menej prebádanú časť bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (ďalej iba BOZP). Často sa stretávame v praxi s firmami, ktoré prevádzkujú mnoho strojových zariadení a nie sú zabezpečené bezpečné prevádzkové podmienky, ktoré by zaistovali minimalizáciu rizika pri obsluhu týchto strojov. Nie je príliš udivujúcim faktom, ak obsluha stroja alebo vedenie podniku zanedbáva bezpečnostné nariadenia pre prevádzku strojových zariadení a tieto nespĺňajú bezpečnostné požiadavky vyplývajúce z legislatívnych dokumentov zavedených v danej krajine. Aj z tohto dôvodu bola zvolená práve téma zaoberajúca sa samotnou analýzou rizík v prevádzke jadrovej elektrárne v Jaslovských Bohuniciach na Slovensku.

V už spomenutej jadrovej elektrárni sa nachádzajú viaceré strojové zariadenia umiestnené v prevádzkovej hale. Zariadenia slúžia pre údržbu jadrovej elektrárne a sú prevádzkované zriedkavejšie v porovnaní so zariadeniami zaradenými vo výrobe iných firiem. To však nepovoľuje výnimku na „slabšie“ dodržiavanie bezpečnostných kritérií a preto sú zariadenia podrobené v tejto diplomovej práci analýze rizík.

Samotná analýza rizík predstavuje široký pojem komplexného posudzovania rizík a zahŕňa viacero aktivít slúžiacich pre vytvorenie celkového postupu zameraného pre túto analýzu. Na prvom mieste je odhad a posúdenie rizika, ktorým dokážeme akýmsi spôsobom vyjadriť mieru rizika, ktorú predstavuje v našom prípade strojové zariadenie a dokážeme zaznamenať všetky prípadné potencionálne zdroje rizika. Ďalším krokom je rozhodnutie manažmentu rizík, ktorý na základe výstupov z posúdenia rizík vyhodnotí, ako bude s identifikovaným rizikom vynaložené. Treba brať do úvahy, že nie vždy je možné odstrániť úplne všetky identifikované nebezpečenstvá, najmä po ekonomickej stránke, resp. je výhodnejšie si zaobstarat' nové zariadenie. Posledným krokom pre úspešnú minimalizáciu rizík je komunikácia medzi manažmentom, ľuďmi, ktorí vykonávajú posudzovanie rizík a všetkými ľuďmi, ktorí majú podiel na výrobe (v našom prípade obsluha strojových zariadení). Komunikácia predstavuje dôležitý faktor, ktorý prichádza na rad, ak je rozhodnuté akým spôsobom bude identifikované riziko zvládnuté. Jedná sa o vysvetlenie dôležitých pravidiel, ktoré sú v záujme bezpečnosti všetkých ľudí, ktorí akýmkoľvek spôsobom prichádzajú do styku so strojovými zariadeniami. Jadrová elektráreň osobitne kladie veľký dôraz na minimalizáciu pracovných úrazov a preto aj táto diplomová práca môže zabezpečiť prínos pre firmu v Jaslovských Bohuniciach.

Ako bolo spomenuté, analýza rizík zahŕňa mnoho metód a postupov, z ktorých sú v tejto práci uplatnené tie najvhodnejšie a ďalej popísané v nasledovných kapitolách. Diplomová práca je zameraná na identifikáciu rizika podľa platných legislatívnych dokumentov na Slovensku. Hodnotený je ako hardwarové vybavenie stroja, tak aj riadiaca časť stroja, teda elektroinštalácia. Na základe týchto hodnotení je posúdené celé strojové zariadenie a sú navrhnuté preventívne opatrenia na odstránenie všetkých nebezpečenstiev. Práca obsahuje aj návrh riešenia s prihliadnutím na viaceré faktory, ako je ekonomické hľadisko a zbytková životnosť stroja. Poskytuje tak firme EBO viaceré varianty riešenia a umožňuje firme vybrať to najpriaznivejšie riešenie.




2 POPIS ANALYZOVANEJ NÁSTROJÁŘSKEJ DIELNE (SÚČASNÝ STAV)

Slovenské elektrárne (ďalej len SEAS) sú tvorené viacerými elektrárnami, ktoré za zdroj energie, ktorá je ďalej transformovaná na elektrickú, využívajú rôzne typy energií (jadrové elektrárne, vodné, tepelná, biomas a fotovoltaičné elektrárne). V rámci tejto diplomovej práce sa nám podarilo získať prístup do mechanickej dielne AE Bohunice, ktorá je tvorená dvoma blokmi (s označením V1 a V2) s tlakovodnými reaktormi typu VVER 440/V-213, ktoré boli pripojené k elektrickej sieti postupne v rokoch 1984 až 1985. V súčasnosti je v prevádzke už iba blok V2, ktorý bol od roku 2002 do roku 2010 modernizovaný v celkovej hodnote 500 mil. EUR. Proces modernizácie bol ukončený zvýšením výkonu. [2], [3]

Na oboch blokoch sa vyskytuje v súčasnosti plne vybavená nástrojárska dielňa, no využívaná je iba na bloku V2. V AE Mochovce (druhá atómová elektráreň na Slovensku) je tiež situovaná plne vybavená dielňa, obsahujúca delenie materiálu (delenie vodným lúčom), ktoré absentuje na bloku V2. Obe elektrárne sú vzdialené približne 96 km a v súčasnosti je potrebné všetok materiál potrebný k deleniu prevážať medzi jednotlivými elektrárnami. Aj z tohto dôvodu padlo rozhodnutie k prestavbe nástrojárskej dielne na bloku V2 v JE EBO, ktorá už v súčasnosti začala prebiehať (plán prestavby je od roku 2015 do 2016). [2], [3]



Obr. 1: Jadrová elektráreň Bohunice, bloky V1 a V2, na Slovensku [1]

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 13
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Rozsah prestavby zahŕňa ako rekonštrukciu súčasného stavu mechanickej dielne, tak aj prístavbu novej haly obsahujúcej nové strojové zariadenia. Projekt prestavby a nové realizačné plány sú chránené autorskými právami externej firmy vykonávajúcej prestavbu, ku ktorým sa nepodarilo v rámci tejto diplomovej práce dostať, a preto nie je možné zverejniť plán projektu, prípadne výkresovú dokumentáciu nového rozloženia strojov. Tabuľka č. 1 obsahuje zoznam súčasného vybavenia strojov a zoznam strojov, ktoré budú zachované aj po prestavbe. Časť strojného vybavenia bude odstavená a odstránená, časť strojov ostane v nezmenenom stave (prípadne bude pozmenená poloha, podľa nového projektu) a časť strojov bude nanovo zakúpená. Plánovaná je kompletná zmena rozloženia strojov, teda dielňa bude ergonomicky rozvrhnutá tak, aby ku každému stroju bol lepší prístup.

Vybrané strojové zariadenia, na ktoré je aplikovaná táto diplomová práca, sú zostávajúce zariadenia (viď Tabuľka č. 1). Nakoľko je možný prístup k vybraným strojovým zariadeniam aj počas prebiehajúcej výstavby novej haly a stroje budú nepretržite v prevádzke počas, aj po skončení rekonštrukcie, bolo rozhodnuté, že tieto stroje staršieho typu budú podrobené analýze rizík na základe platných noriem Slovenskej republiky, zaoberajúce sa bezpečnosťou strojových zariadení.

Tabuľka 1: Súčasný strojné vybavenie mechanickej dielne bloku V2 v JE EBO

Inv.číslo	Stroj	Typ	Výrobné číslo	Rok výroby	Výrobca
Odstránené strojové zariadenia					
7412	brúska lapovacia	3622 D	5080	-	-
7588	brúska	BL 3D	16768	-	-
59829	brúska	B 175-01	96655	-	-
56952	Lis	LRH 2		-	-
7643	Nožnice	Profilové NPM 10	38343	-	-
7644	Píla	8 B 72	4937	-	-
59783	Vřtačka	SV 10	17486	-	-
Zachované strojové zariadenia					
7646	frézka	FA 4 AU	51713	1978	TOS Olomouc
16699	obrážkačka	HOV 25A	172070119	1970	Kovosvit Sezimovo Ústí
7402	sústruh	SV 18 RA	810387	1981	TOS Trenčín
7403	sústruh	SV 18 RA	810390	1981	TOS Trenčín
7647	sústruh	SN 40 C	40200810567	1981	TOS Trenčín
9903	sústruh	SKIQ 20 CNC	62	1988	TOS Hulín

V tabuľke č. 1 sú znázornené strojné zariadenia, ktoré budú natrvalo odstránené a rovnako aj zariadenia, ktoré budú zachované a počíta sa so zmenením ich orientácie a pozície. Všetky stroje sú značené podľa zdrojov JE EBO. Z typového označenia zachovaných strojných zariadení vyplýva, že dva sústruhy sú zhodné, jeden predstavuje novší a výkonnejší typ (SN 40 C / 2000) a posledný, s označením SKIQ 20 CNC je CNC riadený zvislý sústruh. V nasledujúcej podkapitole sú uvedené presnejšie popisy strojov s ich technickými parametrami.

2.1 Popis zachovaných strojových zariadení

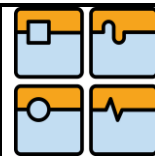
Všetky strojové zariadenia podľa pravidelnej odbornej prehliadky a skúšky elektrického zariadenia pracovného stroja vyhovujú ustanoveniam STN EN 60204-1 a sú schopné bezpečnej prevádzky v zmysle STN 331500 čl. 6.1.2. Takisto boli všetky stroje približne pred 15 rokmi podrobené generálnej oprave, ktorá zahŕňa komplexné vyčistenie strojových komponentov po ich demontáži, prebrúsenie lôžok, suportov, saní, vretena a pinoly, výmenu poškodených dielov a kompletnú výmenu elektro častí stroja a nastavenie presnosti nového stroja.

Sústruh SV 18 RA

Univerzálny hrotový sústruh, ktorý predstavuje vysoko presný a výkonný stroj, dobre použiteľný najmä v malosériovej a kusovej výrobe. Je možné ho využívať na obrábacie procesy všetkých kovových a nekovových materiálov. Sústruh je výnimočný vďaka veľkým rozsahom stúpaní whitworth, modulových, metrických a D.P. (Diametral Pitch) závitov a takisto aj priečných a pozdĺžnych posuvov. Na stroji môže byť namontované hydraulické kopírovacie zariadenie s označením IKIS 1. Toto zariadenie dovoľuje na stroji vyrábať zložité tvary obrobkov (konvexné a konkávne tvarové obrobky). Kopírovanie je možné prevádzať medzi hrotmi koníka IKIS a rovnako aj podľa plechovej šablóny. Ďalšie realizovateľné operácie: sústruženie letmo, v hrotoch, na lisovacích tŕňoch, sústruženie v klieštinách, lícných doskách, uholníkoch.[4], [5]

Technické parametre:[5], [6]

- Obežný priemer nad lôžkom 380 mm
- Vzdialenosť špičiek 750, 1000, 1250 mm
- Obežný priemer nad suportom 215 mm
- Max. hmotnosť obrobku 300 kg
- Najväčší priemer sústruženia v pevnej operke 100 mm
- Najväčší priemer sústruženia v pohyblivej operke 100 mm
- Šírka loží 340 mm
- Priemer upínacej dosky 360 mm
- Priemer unášacieho kotúča 220 mm
- Priemer sklúčovadla 160-250 mm
- Najväčší priemer noža 22x22 mm
- Výkon hlavného motora pri 50 Hz 6 kW
- Výkon hlavného motora pri 60 Hz 7,2 kW
- Rozmery stroja (dxš) 2520x950 mm



- Hmotnosť stroja s normálnym príslušenstvom 1730 kg
- Kužel vretena 50 metrický
- Vŕtanie vretena 41 mm
- Kužel pinoly koníka 4 Morae
- Otáčky vretena 21 stupňov v rozsahu 14-2800 ot/min
- Rozsah metrických závitov (160x) 0,2-140 mm
- Rozsah witworth závitov (150x) 1/5-140 záv./ 1“
- Rozsah modulových závitov (40x) 0,2-70 modul
- Rozsah diametral pitch závitov (80x) 1-224 D.P.



Obr. 2: Univerzálny hrotový sústruh SV18 RA s inv. č. 7403 inštalovaný v JE EBO (pred rekonštrukciou)

Sústruh SN 40 C

Univerzálny hrotový sústruh typu SN 40 C je určený pre profesionálnych užívateľov a je vhodný do kusovej a malosériovej výroby, resp. na údržbu do opravárenských dielní. Tento sústruh je normalizovaný na obrábanie prírubových a hriadelových súčiastok. Vysoká tuhosť hlavných častí stroja zabezpečuje dobrú presnosť stroja. Demontážou mostíka z prehĺbenia lôžka sa zväčší obežný priemer pri čele vreteníku o 200 mm v užitočnej dĺžke 230 mm. Stroj môže byť vybavený kopírovacím zariadením pre pozdĺžne a priečne kopírovanie (vhodné pre malovýrobu), nastaviteľné pevné narážky dovoľujú však opakované pozdĺžne a čelné sústruženie (vhodné pre strednú sériovú výrobu), čo zabezpečuje univerzálnosť stroja. Ďalšie operácie na stroji: obrábanie vonkajších i vnútorných valcových, kužeľových a guľových plôch, rezanie všetkých bežných druhov vnútorných a vonkajších závitov.[7]

Technické parametre:[7]

Pracovný rozsah

- Obežný priemer nad lôžkom 400 mm
- Obežný priemer nad suportom 220 mm
- Vzdialenosť hrotov 1100, 1500, 2000 mm
- Max. hmotnosť obrobku..... 300 kg

Vreteno

- Vrtanie vretena 51,5 mm
- Rozsah otáčok vretena..... 22-2000 ot/min
- Výkon hlavného motora 5,5 kW

Suport

Pracovný posuv

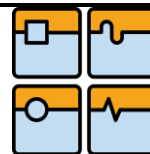
- Pozdĺžny 0,05-6, 4mm/ot
- Priečny..... 0,025-3,2 mm/ot

Rýchloposuv

- Pozdĺžny 3000 mm/ot
- Priečny..... 1500 mm/ot

Stúpanie rezaných závitov

- metrických 0,5-40 mm
- witworth 1-80 záv./1“
- modulových 0,25-20 modul
- Diametral Pitch..... 2-72 D.P.

**Stroj**

- Celkový príkon..... 6,6 kVA
- Rozmery stroja (d x š x v).....2640-3630x1100x1450 mm
- Hmotnosť stroja s normálnym príslušenstvom ...1620-1825 kg



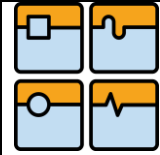
Obr. 3: Univerzálny hrotový sústruh SN 40 C inštalovaný v JE EBO (pred rekonštrukciou)

Sústruh SKIQ 20 CNC

Jedná sa o zvislý CNC riadený sústruh (karusel), určený najmä pre obrábanie veľkých a ťažkých obrobkov, s ktorými je ťažká manipulácia. Umožňuje zvislé upnutie obrobku, ktoré uľahčuje jeho celkovú manipuláciu. Stroj má manuálne sklúčovadlo, revolverový zásobník na 15 nástrojov, ktoré sú umiestnené v osi C stroja. Počítačové riadenie stroja používa systém Siemens S3, ktorého výrobcom je Sinumerik 840D. Pôvodom je stroj vyrobený v Českej republike firmou TOS Hulín.[9]

Technické parametre:[9]

- Maximálna výška obrobku 1500 mm
- Max. priemer obrobku 2100 mm
- Priemer upínacej dosky 2000 mm
- Otáčky vretena 4-3000 ot/min
- Otáčky upínacej dosky 2-250 ot/min
- Max. hmotnosť obrobku 20000 kg
- Výkon hlavného elektromotora 63 kW
- Max. krútiaci moment 42080 Nm
- Max. priemer brúsiaceho kotúča 150 mm
- Max. priemer búseného otvoru 51 mm
- Otáčky brúsiaceho vretena 3312 ot/min



Obr. 4: Karusel typu SKIQ 20 CNC B inštalovaný v JE EBO (pred rekonštrukciou)

Frézka FA 4 AU

Jedná sa o univerzálnu konzolovú frézku slúžiacu na obrábanie stredných a menších dielov. Stroj je poháňaný dvoma elektromotormi. Vreteno je poháňané samostatným motorom s priamym pohonom pomocou ozubených súkolesí bez remeňov. Pohon posuvov má rovnako samostatný motor, prevod ozubeným súkolesím bez remeňov. Čerpadlo chladienia a čerpadlo mazania je poháňané vlastným motorom. Základňa stroja je navrhnutá, aby slúžila zároveň ako nádrž chladiacej kvapaliny. Radenie otáčok rýchlostnej skrine je zabezpečené pomocou dvoch pák a radenie otáčok posuvovej skrine jednou pákou. Smer posuvov sa zapína jednou pákou so súčasťou svetelnou kontrolou zaradeného posuvu. Pracovný posuv má vlastnú páku a je možné ho zapnúť iba za chodu vretena. Rýchloposuv sa uvádza do chodu rovnakou pákou a dá sa zapnúť aj ak vreteno stojí. Svojou konštrukciou je frézka určená predovšetkým na sériovú výrobu. Z troch posuvov (pozdĺžny, priečny, zvislý) je možné zapnúť vždy iba jeden,

čím sa predchádza tomu, aby bolo súčasne nedopatrením zapnutých viacerých posuvov naraz. Na stroji je možné frézovať okrem iného (s použitím špeciálneho príslušenstva) aj kruhové súčiastky, časti obvodu, ktoré nie sú realizovateľné na sústruhu. Na stroji možno použiť aj vertikálnu hlavu, pomocou ktorej sa ešte zväčší rozsah použitia stroja (možnosť obrábania ťažko prístupných, najmä šikmých plôch, napr. frézovanie ozubených tyčí). [9]

Technické parametre:[9]

- Vonkajšie rozmery pracovného stola500 x 1600 mm

Upínacie drážky stola

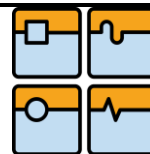
- Počet drážok3 ks
- Šírka x rozteč..... 18x80 mm
- Kužel vretenaISO 50
- Priemer vretena v prednom ložisku..... 90 mm
- Vzdialenosť osi vretena od stola40 – 475 mm
- Vzdialenosť čela vretena od oporného ložiska.....570 mm
- Otáčky vretena..... 32-1400 ot/min
- Počet stupňov 12

Strojné pohyby

- Pozdĺžny 1000 mm
- Priechy 300 mm
- Zvislý.....425 mm

Posuvy

- Počet stupňov 15
- Pozdĺžne a priečne..... 10-1250 mm/min
- Zvislé.....800 mm/min
- Výkon elektromotora pre pohyb vretena..... 7,5 kW
- Výkon elektromotora pre posuvy 1,1 kW
- Pôdorysná plocha stroja (š x d)3190 x 2310 mm
- Hmotnosť stroja..... 2680 kg
- Max. hmotnosť obrobku..... 250 kg
- VýrobcaTOS Olomouc



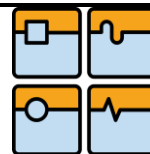
Obr. 5: Frézka typu FA 4 AU inštalovaná v JE EBO (pred rekonštrukciou)

Obrážačka HOV 25A

Zvislá obrážačka typu HOV 25 je určená predovšetkým k obrážaniu prizmatických a rotačných plôch ako v kusovej tak aj v sériovej výrobe. Šmýkadlo s nástrojom na obrážanie je poháňané z kulis, ktorej kyvadlový pohyb vychádza z prevodovkovej skrine s hnacím elektromotorom. Veľkosť zdvihu šmýkadla je nastaviteľná vďaka zmene excentricity čapov hriadele pohonu. Šmýkadlo sa šmýka vo vedení dosky, ktorá môže byť naklopená na oboch stranách v priečnom smere k šikmým plochám obrážania. Šmýkadlo je uvádzané do pohybu vďaka lamelovej spojke a k jeho zastaveniu sa používa lamelová brzda. Držiak obrábacieho noža sa pri spätnom pohybe stroja zdvíha. Pracovný stôl vykonáva pozdĺžny, priečny aj rotačný pohyb. Všetky posuvy sú uskutočniteľné ako mechanicky, tak aj ručne. Silové posuvy sú regulovateľné aj za prevádzky stroja. Stôl sa dokáže za pomoci nepriameho deliaceho zariadenia pootočiť o potrebný deliaci odstup. Okrem toho je stroj vybavený aj priamym deliacim zariadením pre 2, 3, 4, 6, 8, 12 a 24 delení. Rýchloposuvy stola sú zabezpečované samostatným elektromotorom. Nastaviteľné dorazy na stole ohraničujú a vypínajú pracovný posuv v želanej pozícii. Posuvový mechanizmus je poistený pomocou poistnej prevodovky proti preťaženiu. [10]

Technické parametre:[11]

- Obrážacia výška 250 mm
- Priemer kruhového stola..... 500 mm
- Priečny pohyb stola 450 mm
- Pozdĺžny pohyb stola 560 mm
- Prestaviteľnosť šmýkadla..... 250 mm
- Vzdialenosť noža od stojana 465 mm
- Vzdialenosť noža od vedenia šmýkadla..... 135 mm
- Vzdialenosť upínacej plochy stola od spodného konca vedenia šmýkadla 365 mm
- Max. vzdialenosť noža od plochy stola..... 535 mm
- Priečne vychýlenie šmýkadla 10°
- Počet rýchlostí šmýkadla..... 8
- Max. prípustná rezná rýchlosť..... 35 m/min
- Počet dvojzdvihov za minútu 22-112
- Max. prieťažná sila..... 987 N



- Posuvy pozdĺžne a priečne0,2-1,6 mm/zdvih
- Výkon hlavného motora 5,5 kW
- Rozmery stroja (š x d) 1425 x 2270 mm
- Hmotnosť stroja..... 2850 kg



Obr. 6: Obrázka typu HOV 25 inštalovaná v JE EBO (pred rekonštrukciou)

3 DEFINÍCIE ZÁKLADNÝCH POJMOV

Riziko

Pravdepodobnosť vzniku nepriaznivej udalosti v dôsledku výskytu nebezpečenstva[12]

Analýza rizika

Predstavuje proces hľadania rizika a následné vyhodnotenie týchto nebezpečenstiev hroziacich istej skupine ľudí alebo jednotlivcom, prípadne v stanovenom systéme (zariadení). Pod analýzou rizika rozumieme proces jednotlivca, ktorého počiatočné údaje môžu byť nielen viaceré ukazovatele, ale aj množina riešení pomocou kompromisu, expertné hodnotenia a pod. Jedná sa v podstate o preverenie všetkých hľadísk, ktoré môžu riziko vyvolať: [13], [14]

- čo môže zapríčiniť zranenie alebo ujmu
- či môžeme riziko úplne odstrániť a, ak to nie je možné,
- aké preventívne opatrenia boli prijaté alebo treba prijať, aby sme dokázali riziko upraviť.


Strojové zariadenie

- súbor, ktorý je vybavený alebo určený na vybavenie pohonným systémom, ktorý nepoužíva priamo vynaloženú ľudskú alebo zvieraciu silu a ktorý sa skladá z častí alebo komponentov, z ktorých najmenej jedna je pohyblivá a ktoré sú vzájomne spojené na účely osobitného použitia, [15]
- súbor uvedený v prvej zarážke, ktorému chýbajú len komponenty, ktorými sa pripája s miestom používania alebo k zdrojom energie a pohybu, [15]
- súbor uvedený v prvej a druhej zarážke, pripravený na inštaláciu a schopný fungovať samostatne, iba ak je namontovaný na dopravnom prostriedku alebo nainštalovaný v budove alebo konštrukcii, [15]
- súbor spojených častí alebo komponentov, z ktorých sa najmenej jeden pohybuje, zmontovaných spolu na účely zdvíhania bremien, a ktorých jediným zdrojom energie je priamo pôsobiaca ľudská sila; [15]

Zamestnávateľ

je fyzická osoba alebo právnická osoba, ktorá

- zamestnáva fyzickú osobu v pracovnoprávnom vzťahu alebo v obdobnom pracovnom vzťahu, [16]
- uskutočňuje praktické vyučovanie žiakov učilišťa, žiakov odborného učilišťa, žiakov strednej školy a študentov vysokej školy; [16]

Str. 26	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Zamestnanec/Pracovník

- fyzická osoba, ktorá v pracovnoprávnom vzťahu alebo v obdobnom pracovnom vzťahu vykonáva pre zamestnávateľa závislú prácu podľa jeho pokynov za mzdu alebo za odmenu, [16]
- žiak učilišťa, žiak odborného učilišťa, žiak strednej školy pri praktickom vyučovaní a študent vysokej školy pri praktickej výučbe; [16]

Prevencia

Všetky postupy alebo opatrenia vykonávané alebo plánované vo všetkých etapách práce v podniku, zamerané na predchádzanie ohrozenia pri práci alebo na jeho obmedzenie; [17]

Pracovní prostředek

Akýkoľvek stroj, prístroj, nástroj alebo zariadenie, ktoré sa používa pri práci; [18]

Používanie pracovních prostředků

Všetky činnosti týkajúce sa pracovného prostriedku ako zapínanie alebo vypínanie, používanie, preprava, oprava, prestavba, údržba a starostlivosť, vrátane čistenia; [18]

Zóna nebezpečnosti

Akákoľvek oblasť vo vnútri alebo v okolí pracovného prostriedku, v ktorej je ohrozená bezpečnosť alebo zdravie pracovníka, ktorý sa v nej nachádza; [18]

Ohrozený pracovník

Akýkoľvek pracovník, ktorý sa celkom alebo čiastočne nachádza v zóne nebezpečnosti; [18]

Obsluha

Pracovník alebo pracovníci poverení používaním pracovných prostriedkov. [18]

4 LEGISLATÍVNE DOKUMENTY VZŤAHUJÚCE SA K BEZPEČNOSTI ANALYZOVANEJ DIELNE

4.1 Európska legislatíva

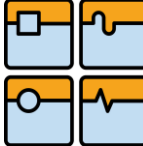
K bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci sa vzťahuje v každom členskom štáte Európskej únie smernica udávajúca európske štandardy, podľa ktorých by sa štáty mali riadiť.

V zmluve o EÚ sa stanovuje, že smernica je právny akt a preto je záväzná v plnom svojom rozsahu a zaväzuje členské štáty, aby ju v stanovenej lehote implementovali a zaviedli do vnútroštátneho práva. Smernica nadobudne platnosť ihneď po uverejnení v Úradnom vestníku EÚ. Konsolidované znenia Zmluvy o Európskej únii, Zmluvy o fungovaní Európskej únie a takisto Úradný vestník EÚ sú online dostupné vo viacerých jazykoch na [19] a [20].

Právnym základom všetkých smerníc EÚ o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci sa stal článok 153 Zmluvy o fungovaní Európskej únie (pôvodný článok 137 Zmluvy o Európskych spoločenstvách). Tento článok dovoľuje EÚ prijímať smernice v spomínanej oblasti. Štáty EÚ smú prijímať opatrenia na zvyšovanie bezpečnosti pri práci, ktoré sú rovnaké, prípadne aj prísnejšie, teda legislatívne požiadavky na ochranu pracovníkov sa môžu v jednotlivých krajinách EÚ odlišovať. Táto diplomová práca bude zameraná na implementovanie Európskych smerníc o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a rešerš vybraných harmonizovaných legislatívnych dokumentov vťahujúcich sa k tejto oblasti na Slovensku, v Českej republike a v Nemecku.

Rámcová smernica BOZP (smernica 89/391/EHS)

Významný medzník v oblasti zlepšovania bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci znamenala Európska rámcová smernica o zavádzaní opatrení na podporu zlepšenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ktorá bola prijatá 12. júna v roku 1989 a nesie označenie 89/391/EHS (plné znenie vo všetkých jazykoch členských štátov je online dostupné na [21]). Táto smernica znamenala podnet pre viaceré inovácie, ktoré boli po jej vstúpení do platnosti zavádzané medzi členské štáty. Jedným z nich je aj zásada hodnotenia rizík s určením hlavných prvkov tohto procesu, ako napríklad identifikácia nebezpečenstiev, zavádzanie primeraných opatrení na odstraňovanie rizík pri zdroji, dokumentácia a pravidelné hodnotenie rizík na pracovisku. Táto zásada je považovaná za kľúčový prvok smernice 89/391/EHS, ktorý bol zavedený. Takisto vznikla nová povinnosť zavádzať preventívne opatrenia, ktorá zdôrazňuje význam nových foriem riadenia bezpečnosti a ochrany zdravia v rámci všeobecného procesu riadenia. Zamestnávateľia sú Rámcovou smernicou BOZP zaviazaní pre prijímanie vhodných preventívnych opatrení na zlepšenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Jej cieľom je stanovenie rovnakej úrovne bezpečnosti a ochrany zdravia pre všetkých pracovníkov (výnimku predstavujú zamestnanci v domácnostiach a určitých verejných a vojenských službách). Rovnako bol v súlade s dohovorom č. 155 Medzinárodnej organizácie práce (ILO) stanovený pojem „pracovné prostredie“, ktorý predstavuje nový moderný prístup zohľadňujúci technickú bezpečnosť a snahu o všeobecné predchádzanie nepriaznivému zdravotnému stavu. [21], [22]

Str. 28	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


Vnesenie rámcovej smernice do vnútroštátneho práva jednotlivých krajín EÚ bol stanovený na koniec roka 1992. Celkový efekt zavedenia smernice na podporu zlepšenia bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov pri práci bol v členských štátoch veľmi rôznorodý a závisel najmä od stavu vnútroštátnych zákonov krajín. V niektorých štátoch mala rámcová smernica závažné právne dôsledky pre neprimerané vnútroštátne zákony, zatiaľ čo v iných sa nevyžadovali náročné právne zmeny. [22], [23]

K právnym predpisom EÚ v oblasti BOZP prislúchajú aj ďalšie právne predpisy, ku ktorým bolo v roku 2004 vydané Európskou komisiou Oznámenie o praktickom vykonávaní ustanovení niektorých smerníc a to boli konkrétne nasledovné: [23]

- Európska rámcová smernica 89/391/EHS – o zavádzaní opatrení na podporu zlepšenia bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov pri práci, v ktorej sa stanovujú minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia v členských štátoch EÚ [23]
- Smernica Rady 89/654/EHS – stanovuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia na pracovisku [23]
- Smernica Rady 89/655/EHS – stanovuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovného zariadenia zamestnancami pri práci [23]
- Smernica Rady 89/656/EHS – stanovuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia pre používanie osobných ochranných prostriedkov zamestnancami pri práci [23]
- Smernica Rady 90/269/EHS - stanovuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia pri ručnej manipulácii s bremenami spojené s rizikom poškodenia chrbtice zamestnancov [23]
- Smernica Rady 90/270/ES - stanovuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci so zobrazovacími jednotkami [23]

V tomto oznámení bolo uvedené, že zavedenie právnych predpisov do vnútroštátneho práva členských štátov EÚ v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ale rovnako aj ich praktické uplatnenie v podnikoch a inštitúciách bolo úspešné s pozitívnymi účinkami. V oznámení boli tiež uvedené fakty ako napríklad, že tieto právne predpisy EÚ priniesli zlepšenie prevencie v EÚ, zjednodušenie, zlepšenie a racionalizáciu vnútroštátneho práva. V tejto správe boli však uvedené aj fakty upozorňujúce na nedostatky a zápory vnesenia právnych predpisov, ktoré zabraňujú ich úspešnému prevádzaniu v praxi. [22], [23]

V legislatíve EÚ prislúcha k BOZP mnoho ďalších smerníc, vzťahujúcich sa na požiadavky o bezpečnosti a ochranu zdravia pri práci v rôznych podmienkach a vykonávajúcich činnosť s rôznymi pracovnými pomôckami, kedy sú pracovníci vystavení riziku. Zoznam všetkých smerníc je verejne dostupný v slovenskom jazyku na [23].

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 29
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/104/ES

Smernica s označením 2009/104/ES bola prijatá na Slovensku do platnosti dňa 16. septembra 2009 a **nahrádza smernicu 89/655/EHS**, ktorá bola zrušená dňa 23.10.2009. Táto smernica definuje minimálne požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovného zariadenia zamestnancami pri práci (druhá samostatná Smernica v zmysle čl. 16 ods. 1 Rámcovej smernice 89/391/EHS). [23]

Smernica Rady 89/655/EHS z 30. novembra 1989 bola viackrát podstatne zmenená a doplnená. Z tohto dôvodu a to najmä kvôli lepšej prehľadnosti bola kodifikovaná nová smernica 2009/104/ES. [25]

Táto smernica stanovuje minimálne požiadavky na zaistenie vyššej úrovne bezpečnosti a ochrany zdravia pri používaní pracovných prostriedkov a zároveň vysvetľuje, že je nevyhnutné minimálne požiadavky dodržiavať pre zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov. Okrem zlepšenia bezpečnosti a zdravia pri práci je predmetom smernice aj zlepšenie hygieny. Zlepšenia by nemali byť podriadené čisto hospodárskym ohľadom. Práca vo výškach predstavuje významnú časť pracovných úrazov, predovšetkým smrteľných a preto sa jej smernica venuje osobitne. Smernica hľadá najvhodnejšie prostriedky na dosiahnutie vytýčených cieľov a nejde nad rámec toho, čo je nevyhnutné pre ich docielenie. [25]

Smernica hovorí o povinnosti zamestnávateľa pravidelne kontrolovať pracovné prostriedky a potrebe neustále vytvárať vhodné podmienky pri používaní pracovných prostriedkov tak, aby bolo hroziace nebezpečenstvo minimalizované. Rovnako je potrebné v plnej miere zohľadniť držanie tela a polohu pracovníkov pri používaní pracovných prostriedkov (ergonomické zásady). Zamestnávateľ je povinný zabezpečiť zamestnancom dostatok potrebných informácií ako sú vhodné návody na obsluhu používaných pracovných prostriedkov. V smernici sú definované aj minimálne požiadavky, ktoré musia návody na obsluhu spĺňať. Zamestnanci musia byť vhodne vyškolení, aby mohli riadne a bezpečne používať pracovné prostriedky v plnom rozsahu ich činnosti. Samozrejme súčasťou smernice je príloha obsahujúca minimálne požiadavky vzťahujúce sa na pracovné prostriedky, ako aj na špecifické typy pracovných prostriedkov (napr. mobilné pracovné prostriedky s vlastným pohonom alebo bez neho). Smernica je určená všetkým členským štátom, ktoré následne oznámia Komisii znenie uznesení vnútroštátneho práva, ktoré príjmu alebo prijali v oblasti pôsobnosti tejto smernice. Znenie smernice v jazykoch členských štátov je dostupné na [24], znenie smernice na [25].

Str. 30	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Európska smernica 2006/42/EC (nová smernica strojných zariadení)

Cieľom tejto smernice je ochrana zamestnancov a spotrebiteľov používajúcich strojné zariadenia pri práci. Definuje základné požiadavky pre bezpečnosť a ochranu zdravia, ktoré sú doplnené radom špecifických požiadaviek pre určité kategórie strojných zariadení.

Smernica sa vzťahuje na strojové zariadenia, vymeniteľné prídavné zariadenia, bezpečnostné časti, zdvíhacie príslušenstvo, reťaze, laná a záchytné pásy, odnímateľné zariadenia pre mechanický prenos a čiastočne skompletizované strojové zariadenia. Je určená všetkým členským štátom, ktoré sú povinné zabezpečiť ochranu zdravia a bezpečnosť osôb (predovšetkým pracovníkov a spotrebiteľov, ale ak je to vhodné, aj domácich zvierat a tovaru) vzhľadom na riziká vznikajúce pri používaní strojových zariadení. Z rozsahu pôsobnosti sú vylúčené všetky strelné zbrane, ktoré sú upravené smernicou Rady 91/477/EHS z 18. júna 1991 o kontrole získavania a vlastníctva zbraní, nie však strojové zariadenia s výbušnou náplňou, ktoré sú určené čisto na priemyselné a technické účely. [26]

Smernica ďalej hovorí o dodržiavaní základných požiadaviek na bezpečnosť a ochranu zdravia, ktoré by sa mali dodržiavať v rámci zohľadnenia vedy a techniky v čase konštrukcie strojového zariadenia a zohľadnenia technických a ekonomických požiadaviek. Smernica oznamuje používanie označenia CE, ako jediného označenia zaručujúceho zhodu strojového zariadenia v súlade s požiadavkami tejto smernice. Všetky ostatné značenia, ktoré by mohli byť akokoľvek podobné tomuto značeniu by mali byť zakázané. [26]

Táto smernica zaväzuje výrobcu, prípadne jeho splnomocnenca, vykonať posúdenie rizík pre dané strojové zariadenie, ktoré plánuje uviesť na trh. Je potrebné stanovenie kritérií na bezpečnosť a ochranu zdravia na strojové zariadenie. Smernica ďalej stanovuje udeľovanie sankcií členským štátom za porušovanie pravidiel, ktoré sú uvedené v tejto smernici. Sankcie by mali byť určené v primeranom rozsahu, tak aby boli dostatočne odrádzajúce voči porušovaniu predpisov. [26]

Európska smernica 2006/42/EC je zameraná predovšetkým na zvyšovanie bezpečnosti a zlepšovanie zdravotných požiadaviek strojov, ktoré majú byť uvedené na trh. Nástrojárska dielňa, ktorá je predmetom tejto diplomovej práce je vybavená najmä staršími typmi strojov, ktoré neboli v minulosti konštruované podľa týchto predpisov a preto sa ďalej obsah bude zameriavať na harmonizované štandardy v súvislosti s týmito strojnými zariadeniami. Táto smernica ruší smernicu 98/37/ES a je prepracovaním a doplnením smernice 95/16/ES. Dostupná je v slovenskom jazyku na [26]. [26],[27]

Smernica Rady 95/63/ES

Touto európskou smernicou sa dopĺňa a mení smernica 89/655/EHS o minimálnych požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovných prostriedkov pracovníkmi pri práci, ktorá bola zrušená (viď hore) a nahradená smernicou 2009/104/ES, v ktorej je uvedené v prílohe č. 1 časť B, že stále pretrváva povinnosť členských štátov na transpozíciu doplnkových smerníc, smernice 89/655/EHS.

Táto smernica predstavuje druhú samostatnú smernicu v zmysle článku 16 ods. 1 smernice 89/391/EHS a vkladá do smernice, ktorú dopĺňa článok o kontrole pracovných zariadení. Zamestnávateľovi týmto vzniká povinnosť zaistiť kontrolu pracovných zariadení po ich inštalácii a pred prvým použitím a kontrolu po ich inštalácii na novom mieste, aby bolo overené, že pracovné prostriedky fungujú správne a nevznikalo tak žiadne riziko spojené s ich nesprávnou inštaláciou. Takisto by mali prebiehať aj pravidelné kontroly a osobitné kontroly, za výnimočných okolností (napr. prírodné javy, úpravy, dlhšia nečinnosť stroja atď.), ktoré by mohli nejakým spôsobom vystaviť pracovníkov nebezpečenstvu. Výsledky kontrol musia byť zaznamenávané, archivované a príslušne vydokladované.

Smernica 95/63/ES implementuje článok o ergonómike a ochrane zdravia pri práci, ktorý zavádza základné ergonomické princípy, kedy by zamestnávateľ mal brať do úvahy držanie tela a polohu pracovníkov. [28]


História zavedenia právnych predpisov BOZP

V prvej polovici 20. storočia zomierali pracovníci v hrôzostrašných číslach. Bezpečnosť a zdravie pri práci predstavovalo v tých časoch stále veľmi nevyvinutú oblasť. Až po predstavení niektorých dôležitých dokumentov, štandardov a pracovných návodov začalo dochádzať k významnému znižovaniu usmrtení v dôsledku zlej bezpečnosti pri práci. [29]

Napríklad podľa čísel Európskej agentúry OSHA (Occupational Safety and Health Administration) zomrelo približne 14 000 pracovníkov na pracovisku v roku 1970 v USA. Po predstavení BOZP a implementácii štandardov, tréningov a zvýšenie celkového povedomia o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci sa tieto čísla zredukovali na 4 300 pracovníkov v roku 2009. [29]

Tieto úradné dokumenty, spisy a štandardy boli vytvorené a spísané v najrozvinutejších štátoch sveta a v konečnom dôsledku mali globálny dopad na všetky krajiny. V Európe bola v roku 1996 založená organizácia OSHA, ktorá zbiera, analyzuje a propaguje informácie týkajúce sa bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Táto organizácia ponúka mnoho publikácií na danú tematiku a každé dva roky sú v Európe vedené kampane zamerané na zvyšovanie povedomia o BOZP v členských štátoch EU. [29]

Prvé európske smernice týkajúce sa BOZP boli prijaté až v polovici 80. rokov 20. storočia, dovtedy nebola v Zmluve o fungovaní Európskej únie zahrnutá priama legislatíva a právomoc v oblasti BOZP. Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci bola považovaná za doplnok harmonizácie trhu a hospodárskych politík v Európskom hospodárskom spoločenstve. Na základe týchto faktov bola prijatá smernica 77/576/EHS o harmonizácii vnútroštátnych predpisov o bezpečnostných značkách na pracovisku a smernica 78/610/EHS o harmonizácii limitov expozície monomérom vinylchloridu pri práci. [29], [30]

Str. 32	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Progres bol registrovaný v roku 1987, kedy vznikol Jednotný európsky akt, ktorý definoval v rámci svojej zmluvy právne ustanovenia o sociálnej politike a vytýčil za svoj cieľ zlepšovanie najmä v oblasti pracovného prostredia, bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov. Toto ustanovenie predstavovalo významnú úlohu v oblasti bezpečných pracovných podmienok, ktoré boli vďaka nemu zvýraznené. [29], [30]

V roku 1997, kedy bola prijatá Amsterdamská zmluva, došlo k implementácii sociálnej dohody do Zmluvy o ES a tým k posilneniu legislatívnej právomoci v oblasti európskych sociálnych politík. Lisabonská zmluva (nadobudla platnosť 1. decembra 2009) zachovala podstatu týchto ustanovení, došlo iba k miernym zmenám, ako napríklad k prečíslovaniu článkov. [29], [30]


4.2 Legislatíva BOZP na Slovensku

Nosné právne predpisy, ktoré sa vzťahujú k oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci na Slovensku sú najmä zákon č. 311/2001 Zákonník práce, zákon č. 124/2006 o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, zákon č. 125/2006 o inšpekcii práce, zákon č. 355/2007 o ochrane a podpore verejného zdravia a zákon č. 314/2001 o ochrane pred požiarimi. Okrem iného bolo prijatých množstvo iných zákonov, nariadení vlády a vyhlášok Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny a Ministerstvom zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú mnohé podrobnosti a postupy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v rôznych oblastiach. Tieto právne predpisy a ich oblasti, pre ktoré sú stanovené vybočujú zo smeru predmetu tejto diplomovej práce a sú dostupné na stránkach národného inšpektoriátu práce v priečinku Legislatívy BOZP na Slovenku. [31]

Zákon č. 124/2006

Zákon o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a o doplnení niektorých zákonov prijala Slovenská republika dňa 2. februára 2006 na základe Smernice Rady 89/391/EHS (viď hore). Po oddelení od Československa po roku 1993 bolo nutné na Slovensku prepracovať právne spisy týkajúce sa BOZP. Na základe týchto udalostí bol prijatý Národnou radou SR zákon č. 330/1996 Z. z. o BOZP v znení neskorších predpisov, ktorý začal platiť dňa 1. januára 1997. Od tohto dátumu bol viackrát novelizovaný. Predmetom novelizácie boli poznatky aplikačnej praxe, na príslušné rozhodnutia Európskeho súdneho dvora, ale rovnako aj na zmenšenie administratívy u právnických a fyzických osôb kvôli lepším podmienkam zamestnávania. Účinnosť zákona vypršala dňa 30.6.2006. Ihneď po zániku zákona 330/1996 nadobudol účinnosť dňa 1. júla 2006 zákon 124/2006. [32], [16]


Cieľom zákona je stanoviť vhodné podmienky pre zvyšovanie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a takmer vylúčiť riziko a faktory, ktoré by mohli zapríčiniť vznik pracovných úrazov, chorôb z povolania a iných poškodení zdravia z práce. Ďalším cieľom zákona bolo zlepšenie celkového fungovania právnej úpravy BOZP, a zníženie prívetkého zaťaženia právnických a fyzických osôb. Zákon platí pre zamestnávateľov a rovnako aj pre

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 33
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

zamestnancov, ktorým udeľuje základné povinnosti a opatrenia, ktoré musia obaja vykonávať na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Tieto opatrenia majú väčšinou preventívny charakter, ale týkajú sa aj povinnosti zamestnávateľa zaistiť potrebný prítok informácií, vzdelávania a organizácie práce a prostriedkov. Medzi všeobecné zásady prevencie je v zákone zahrnuté aj posudzovanie rizika, ktoré nemožno úplne odstrániť a následné vykonávanie opatrení na odstránenie všetkých zdrojov nebezpečenstiev, v domnienke eliminácie rizika. Medzi ďalšie metódy prevencie patrí celkové plánovanie a vedenie politiky prevencie pomocou zavedenia čo najbezpečnejších pracovných metód, ich kontinuálnym skvalitňovaním berúc ohľad na aktuálne pracovné podmienky a podmienky prostredia. [32], [16]

V druhej časti zákona sú udelené povinnosti zamestnávateľovi a zamestnancom. Tieto sa nesú v duchu všeobecných nariadení v zmysle BOZP, ako je napríklad povinnosť zamestnávateľa neustále zabezpečovať dokonalé usporiadanie a čistý chod pracoviska s dostatkom pomôcok a s odstránením všetkých škodlivých vplyvov, ktoré by mohli akýmkoľvek spôsobom ohroziť zdravie, či bezpečnosť zamestnancov. Jedná sa aj o neustálu tvorbu a zlepšovanie pracovných postupov, ochranných opatrení a zohľadňovať aktuálny zdravotný stav zamestnancov a so zreteľom naň vhodne rozmiestňovať zamestnancov na pracovisku. Zákon rovnako nariaďuje zamestnancom dodržiavať všetky nariadené predpisy, správať sa disciplinovane na pracovisku a neodkladne oznamovať zamestnávateľovi všetky zistené nedostatky, ktoré by mohli v rámci BOZP ohrozovať iných zamestnancov. Tretia časť je venovaná transformácii technickej inšpekcie, v štvrtej časti sú popísané spoločné, prechodné a záverečné ustanovenia.[32], [16]

Dňa 23. mája 2013 schválila NR SR zákon č. 154/2013 Z. z., ktorý predstavuje zmenu a doplnenie zákona č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci. Tento zákon vstúpil do platnosti 1. júla 2013 s výnimkou čl. I bodov 9 a 10, § 16 ods. 2 písm. c), ods. 4, 6 a 7, ods. 11 písm. b) v bode 18 a § 39f v bode 40, ktoré platia od 1. januára 2014. Zákon dopĺňa § 5 odsek 3, a týmto vzniká zamestnávateľovi povinnosť vykonávať všetky opatrenia na zaistenie bezpečnosti riadne a včas, tak aby bol splnený účel. Zamestnávateľovi plyní povinnosť zabezpečovať použiteľnosť a prístupnosť týchto opatrení. Zvyšné zmeny sú zamerané hlavne na preukaz, osvedčenie a doklad, ktorý oprávňuje fyzické osoby obsluhovať určené pracovné prostriedky a objasňuje pravidlá a podmienky na vystavenie týchto dokladov. [33], [34]

Str. 34	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

4.3 Legislatíva BOZP v Českej republike

Legislatívu v Českej republike možno rozčleniť podľa právnej úrovne predpisov prijatých vládou a to na zákonné a podzákonné právne predpisy. Základ práva BOZP tvorí zákonník práce, ktorý nesie označenie zákon č. 262/2006 Sb. v znení neskorších predpisov. Ďalšie zákony: [35]


- Zákon č. 309/2006 Sb. O zaistení ďalších podmienok bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochrane verejného zdravia a o zmene niektorých súvisiacich zákonov, v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 251/2005 Sb., o inšpekcii práce, v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 20/1966 Sb., o starostlivosti zdravia ľudí, v znení neskorších predpisov
- Zákon č. 174/1968 Sb., o štátnom odbornom dozore nad bezpečnosťou práce, v znení neskorších predpisov

Z podzákonných predpisov boli vybrané nižšie uvedené predpisy týkajúce sa bezpečnosti a ochrany zdravia pri používaní technických a strojných zariadení, a predpisy v spojitosti s európskymi smernicami, zameranými na túto oblasť (viď hore), prostredníctvom ktorých vznikla Českej republike povinnosť prebrať ich do vnútroštátneho práva.[36]

Nariadenie vlády 378/2001 Sb.

Týmto nariadením, prijatým dňa 12. septembra 2001 českou vládou sa stanovujú bližšie požiadavky na bezpečnú prevádzku a používanie strojov, technických zariadení, prístrojov a náradí. Nariadenie bolo prijaté na základe § 134a odst. 2 zákona č. 65/1965 Sb., zákonníka práce v znení zákona č. 155/2000 Sb. Toto nariadenie vlády nadobudlo účinnosť dňa 1. januára 2003. [37]

Zariadenie by malo byť používané v rámci podmienok a v oblasti použitia, pre ktoré bolo určené, rovnako by mal byť stanovený bezpečný prístup obsluhy a manipulačný priestor, a to aj pomocou zábran, ochranných zariadení v miestach, kde by mohla vzniknúť možnosť ohrozenia pracovníkov. Nariadenie ďalej stanovuje prostriedky proti predídaniu zamestancov úrazu v súvislosti so zlým rozmiestnením ovládacích prvkov (či už poranenie elektrickým prúdom alebo nedostatočným označením ovládania) a ďalšími nebezpečenstvami ako napríklad poranenie odlietavajúcim materiálom, prípadne hlukom, emisiami, vibráciami atď. V ďalšej časti nariadenia vlády sa stanovujú podmienky konštrukcie ochranného zariadenia, tak aby spĺňalo všetky technické požiadavky, resp. iné požiadavky na bezpečnú prevádzku a používanie stanovené právnym predpisom, normou alebo iným zvláštnym právnym predpisom. V § 4 sa nariaďuje vybavenie zariadenia príslušnou prevádzkovou dokumentáciou, ktorá musí byť uschovaná počas celej doby prevádzky zariadenia. Ak nie je stanovené iným špeciálnym právnym predpisom inak, musí minimálne každých 12 mesiacov prebehnúť bezpečnostná kontrola na zariadení. [37]

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 35
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

V přílohách toto nariadenie vlády obsahuje ďalšie požiadavky na bezpečnú prevádzku a používanie zariadení pre zdvíhanie bremien, zavesených bremien, zamestnancov, pojazdných zariadení, zariadení na plynulú dopravu nákladov a stabilných skladovacích zariadení sypkých hmôt. Tieto údaje, podobne ako znenie zbierky zákonov č. 378/2001 je dostupné na [37]

Zákon č. 309/2006 Sb.

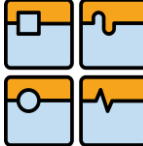
Predstavuje zákon, ktorým sa upravujú požiadavky bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v pracovnoprávných vzťahoch a o zaistení bezpečnosti a ochrany zdravia pri činnosti alebo poskytovaní služieb mimo pracovnoprávne vzťahy (zákon o zaistení ďalších podmienok BOZP) a bol vydaný dňa 23. mája 2006 vládou Českej republiky. Tento zákon je spracovaním predpisov Európskych spoločenstiev a to Smernice Rady 89/391/EHS, 89/655/EHS v znení smerníc 95/63/ES a 2001/45/ES (viď hore) a ďalších smerníc Európskeho parlamentu a Rady. [38]

Prvá časť zákona stanovuje požiadavky bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v pracovnoprávných vzťahoch. Jej súčasťou sú požiadavky (hlava prvá), ktoré musí spĺňať pracovisko a pracovné prostredie všeobecne a na stavenisku, ako je napríklad priestorové a konštrukčné usporiadanie pracovísk v záujme bezpečnosti a hygieny zamestnancov, a iné. [38]

Zamestnávateľ je povinný zabezpečiť technickú pripravenosť strojov, tak aby nepredstavovali z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci zamestnancov riziko. Stroje musia byť vybavené ochrannými zariadeniami, spĺňať ergonomické požiadavky a pravidelne kontrolované a udržiavané. V § 5 a 6 tohto zákona je kladený dôraz na organizáciu práce, pracovných postupov, aby spĺňali zásady bezpečného správania a neboli pri nich ohrození pracovníci a dôraz na značenie, signalizáciu z hľadiska bezpečnosti, aby boli tieto príslušné značenia (zvukové alebo svetelné) zavedené na pracovisku v záujme bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. [38]

Druhá hlava zákona je zameraná na predchádzanie života a zdravia, a to napríklad pomocou vytipovania rizikových faktorov pracovných podmienok a kontrolovaných pásiem uvedených v § 7. Ak sa na pracovisku nachádzajú rizikové faktory, je udelená zamestnávateľovi povinnosť ich bezodkladne vylúčiť, alebo obmedziť do takej miery, aby dosiahli prijateľné hodnoty. Zamestnávateľ je povinný tieto rizikové faktory kontrolovať a zisťovať v pravidelných intervaloch. Kontrolované pásma predstavujú vytipované zóny, v ktorých je zaistená bezpečnosť na vyššom stupni a pri vstupe do týchto pásiem sú zamestnanci povinne kontrolovaní a musia dodržiavať niektoré špeciálne určené bezpečnostné pokyny platiace pre kontrolné pásmo (napr. zákaz fajčenia, jedenia, pitia atď.). Do bezpečnostných pásiem môže byť zakázaný vstup niektorým osobám, napríklad tehotným a dojčiacim zamestnankyniam a iné. [38]

Vzhľadom na bezpečnosť a zdravie zamestnancov je zamestnávateľ povinný prevádzať hodnotenie a prevenciu rizík. Ďalej sa stanovujú podmienky prevádzania tejto prevencie v závislosti na spôsobilosti zamestnávateľa, a na počte zamestnancov. Do istého počtu zamestnancov (maximálne 500) môže tieto úlohy v prevencii rizík vykonávať sám zamestnávateľ, ak je na to dostatočne odborne spôsobilý a vyškolený. V opačnom prípade musia úlohy vykonávať viaceré odborne spôsobilé osoby. Zákon bližšie stanovuje aj

Str. 36	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

podmienky odbornej spôsobilosti. [38]

Druhá časť zákona je zameraná na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri činnosti alebo poskytovaní služieb mimo pracovnoprávne vzťahy a v tretej časti sú zadane ďalšie úlohy zamestnávateľa stavby, zhotoviteľa stavby, prípadne fyzickej osoby, ktorá sa podieľa na zhotovení stavby, a koordinátora bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci na stavenisku. Zákon bližšie určuje vyššie uvedené osoby a definuje podmienky ich činností a podmienky odbornej spôsobilosti. [38]

V poslednej, štvrtej časti sú stanovené spoločné, prechodné a záverečné ustanovenia, zákon vstúpil do platnosti dňa 1. januára 2007. [38]

4.4 Legislatíva BOZP v Nemecku

V Spolkovej republike Nemecko (BRD) existuje zákon o bezpečnosti práce (Arbeitsschutz), ktorý slúži na preberanie európskych smerníc slúžiacich na ochranu zdravia a bezpečnosti pri práci a ich implementáciu do vnútroštátneho práva. Plné označenie tohto zákona znie: Zákon o vykonávaní pracovných bezpečnostných opatrení na zlepšenie bezpečnosti a ochrany zdravia zamestnancov pri práci. („*Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit.*“). Cieľom tohto zákona je zlepšenie zdravia všetkých zamestnancov v Nemecku a taktiež sa zákon vzťahuje aj na zamestnancov vo verejnej správe.

Posudzovanie rizík zahŕňa návrh pracovných a výrobných metód, pracovných postupov a ich interakcie. Účinnosť preventívnych opatrení, ktoré sú vytvárané z takéhoto posudzovania rizík je pravidelne kontrolovaná. Zákon o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci si kladie za cieľ zlepšiť pracovné podmienky všeobecne, a práve z toho dôvodu je často individuálna ochrana jednotlivých pracovníkov zanedbaná. Preto je potrebná dokumentácia opatrení vzťahujúcich sa na BOZP. Okrem toho má zamestnávateľ podľa zákonníka práce povinnosť pravidelne zaškoľovať svojich zamestnancov. Nariadenia vlády týkajúce sa BOZP v Spolkovej republike Nemecko rozlišujeme: [39]

- Vyhláška o bezpečnosti a ochrane zdravia na pracoviskách (Arbeitsstättenverordnung),
- Vyhláška o bezpečnosti a ochrane zdravia na staveniskách (Bausustellenverordnung)
- Vyhláška o bezpečnosti a ochrane zdravia pri prevádzkovaní technických zariadení (Betriebssicherheitsverordnung)
- Vyhláška o bezpečnosti pracovísk vybavených zobrazovacími jednotkami (Bildschirmarbeitsverordnung)
- Vyhláška o bezpečnosti a ochrane zdravia pred hlukom a vibráciami (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung)

- Vyhláška o bezpečnosti a ochrane zdravia pri manipulácii so zdvíhacími zariadeniami (Lastenhandhabungsverordnung)
- Vyhláška, ktorá upravuje poskytovanie osobných ochranných prostriedkov zo strany zamestnávateľa a ich využitie zamestnancami (PSA-Benutzungsverordnung)

BOZP v Nemecku je sledované prostredníctvom: [39]

1. Zákon je sledovaný zo strany dozorných orgánov v každej krajine. Na federálnej úrovni sú za toto sledovanie zodpovedné federálne úrady.
2. Legislatíva BOZP je monitorovaná zákonným úrazovým a nehodovým poistením.

Vyhláška o strojových zariadeniach

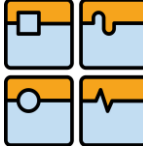
Nová smernica o strojových zariadeniach 2006/42/ES (vid' hore), ktorou sa novelizuje smernica 98/37/ES z 22. júna 1998 a ktorá naväzuje na smernicu 89/392/EHS, je v Nemeckom vnútroštátnom práve zahrnutá v deviatej vyhláške dopĺňajúcej zákon o bezpečnosti výrobkov (vyhláška o strojových zariadeniach) z 12. mája 1993 (*Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)*). Znenie vyhlášky je identické v nemeckom jazyku so slovenským znením Európskej smernice 2006/42/EC (nová smernica strojných zariadení) uvedenej v kapitole 4.1[40]

Zákon o vykonávaní pracovných bezpečnostných opatrení na zlepšenie bezpečnosti a ochrany zdravia zamestancov pri práci (*Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit*)

Zákon bol vyhotovený dňa 7.8.1996 a predstavuje zavedenie európskej Rámцovej smernice 89/391/EHS a smernice 91/383/EHS o doplnení opatrení pre zlepšenie bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov s trvalým pracovným pomerom alebo s pracovným pomerom vo vzťahu so zahraničnými pracovníkmi. [41]

Zákon je platný pre všetky druhy odborných činností a je súčasťou požiadaviek práva Organizácie Spojených národov z 10. decembra 1982. Tento zákon neplatí pre bezpečnosť a ochranu zdravia zamestnancov pracujúcich súkromne v domácnostiach, a rovnako neplatí pre zamestnancov pracujúcich v námorníctve a vo firmách, ktoré podliehajú spolkovému baníckemu právu, pokiaľ existujú pre týchto zamestnancov zodpovedajúce právne predpisy. [41]

Povinnosti zamestnávateľov voči zaisteniu bezpečnosti a ochrane zdravia pracovníkov pri práci, ktoré plynú zo súčasných zákonov Nemeckej spolkovej republiky zostávajú nedotknuté, rovnako sa táto veta vzťahuje aj na práva a povinnosti zamestnancov. Nedotknuté zostávajú aj zákony, ktoré udeľujú povinnosti na dodržiavanie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci iným osobám ako sú zamestnávatelia. [41]

Str. 38	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Zákon ďalej udeľuje povinnosti, ktoré vznikajú zamestnávateľom, v súvislosti so zabezpečením bezpečnosti a ochrany zdravia zamestnancov pri práci, ako je napríklad preberanie bezpečnostných opatrení, hodnotenie pracovných podmienok, aby neboli pracovníci ohrozovaní nepriaznivými chemickými, fyzikálnymi, biologickými a inými zdrojmi nebezpečenstva na pracovisku počas práce. Tiež je potrebné všetky tieto faktory analyzovať (analýza rizík) a podrobne dokumentovať. Tento zákon udeľuje povinnosť zamestnávateľom riadne zaškoliť a poučiť pracovníkov na pracovisku, aby ich správanie zodpovedalo bezpečnostným zásadám. [41]

Práva a povinnosti zamestnancov sú uvedené v treťom odstavci zákona, tí preberajú povinnosť prijať a zúčastniť sa na zaškolení určených pre zamestnancov týkajúceho sa BOZP. Majú právo vzniesť otázky a návrhy, týkajúce sa BOZP. Smú tiež pomáhať zamestnávateľovi s tvorbou nariadení vzťahujúcich sa k BOZP, ak pri práci narazia na nedostačujúce opatrenia týkajúce sa bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci na pracovisku. [41]


Vyhláška o bezpečnosti a ochrane zdravia pri poskytovaní pracovných prostriedkov a ich používaní pri práci, o bezpečnosti pri prevádzke zariadení, ktoré vyžadujú dohľad a o organizácii bezpečnosti a ochrane zdravia (*Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes*)

Táto vyhláška slúži ako prevzatie európskej smernice 95/63/ES (viď hore), smernice Európskeho parlamentu 1999/92/ES o minimálnych požiadavkách na zlepšenie ochrany zdravia a bezpečnosti zamestnancov, ktorí môžu byť ohrození pri práci v explozívnej atmosfére a smernicou Európskeho parlamentu 2001/45/ES z 27. júna 2001, ktorá mení a upravuje smernicu 89/655/EHS (viď hore). [42]

Vyhláška sa vzťahuje ako na poskytovanie pracovných prostriedkov zo strany zamestnávateľov, tak aj na ich používanie zamestnancami. Pracovným prostriedkom sa v tejto vyhláške rozumie akékoľvek náradie, nástroj, stroj, alebo zariadenie. Zariadením sa rozumie celok, ktorý sa skladá z viacerých funkčných jednotiek, ktoré spolu navzájom interagujú a prevádzka tohto zariadenia je možná len ak sú v poriadku všetky funkčné jednotky. [42]

V tejto vyhláške je podrobnejšie rozpísaná analýza rizík, ktorú musí vykonávať zamestnávateľ. Analýza rizík sa vzťahuje na nebezpečenstvá, ktoré hrozia zamestnancom pri používaní pracovných prostriedkov a zohľadňujú sa v nej všetky druhy rizík, ako aj špeciálne riziká, ktoré sú bližšie popísané v tejto vyhláške. Na poskytovanie a používanie pracovných prostriedkov sú tu uvedené konkrétne požiadavky, ako bezpečnostné predpisy a opatrenia viažuce sa na pracovisko. Zamestnávateľ musí dohliadať, aby pracovné prostriedky boli používané výhradne na činnosť, pre ktorú sú prostriedky určené. Takisto musia byť zohľadnené pri práci s pracovnými prostriedkami základné ergonomické pravidlá a držanie tela zamestnancov. [42]

V § 10 sa vo vyhláške udeľuje povinnosť zamestnávateľovi vykonávať pravidelné


	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 39
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

kontroly pracovných prostriedkov a to po montáži a pred prvým spustením stroja do prevádzky. Takisto aj pri každej ďalšej montáži, kedy mení stroj napríklad stanovisko. Kontrolou sa zisťuje správne fungovanie stroja, najmä z bezpečnostného hľadiska a môžu ju vykonávať len zodpovedné osoby. [42]

§ 11 až 19 sú presnejšie špecifikované druhy a spôsoby kontrol pracovných prostriedkov. Pre zariadenia pracujúce pod tlakom je vo vyhláške uvedená tabuľka kontrol, kde sú tlakové prístroje rozdelené do skupín, v akých tlakových oblastiach sa pohybujú a podľa toho sú im priradené pravidelné kontroly. [42]

Všetky druhy kontrol na pracovných prostriedkoch je nutné evidovať a viesť riadnu dokumentáciu, ktorou je preukázateľný dátum kontroly, a že kontrolu vykonala oprávnená osoba. Zaznamenávané musia byť aj nedostatky zistené pri kontrolách (§ 20). [42]

Nariaďuje sa zamestnávateľom splniť všetky povinnosti plynúce z tejto vyhlášky najneskôr do 31. decembra 2005. Toto nariadenie sa vzťahuje iba na pracovné prostriedky, ktoré boli prvý krát uvedené do prevádzky pred 3. októbrom 2002. Vyhláška nadobudla účinnosť v Nemeckej spolkovej republike dňa 3. októbra 2002, okrem 3. odstavca, ktorý vstúpil do platnosti 1. januára 2003. [42]

Str. 40	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

5 VYTÝČENIE CIEĽOV PRÁCE

Cieľom tejto diplomovej práce je vypracovanie analýzy rizík pre nástrojársku dielňu JE EBO na Slovensku. Práca zohľadňuje aktuálne platné zákony a nariadenia, ktoré sa vzťahujú k bezpečnej prevádzke a používaniu strojov, technických zariadení, prístrojov a nástrojov. V nadväznosti na ne bude vykonaná analýza nebezpečenstiev a navrhnuté preventívne opatrenia na zníženie rizika. Obsahom práce je rozšírené zhrnutie dosiahnutých výsledkov v nemeckom jazyku.

Ciele diplomovej práce:

1. Popísať analyzovanú nástrojársku dielňu
2. Vykonať rešerš legislatívnych dokumentov vzťahujúcich sa k bezpečnosti tejto dielne
3. Vykonať rešerš harmonizovaných štandardov vzťahujúcich sa k bezpečnosti tejto dielne
4. Vykonať identifikáciu nebezpečenstiev v rámci analýzy rizík
5. Navrhnuť preventívne opatrenia na zníženie rizika pri vybraných strojových zariadeniach

6 METODIKA PRÁCE


Analýza rizík strojových zariadení, ktoré sú vyhodnocované v tejto diplomovej práci, vychádza všeobecne z rôznych metód umožňujúcich nám ju vykonávať. V zásade rozlišujeme metódy určené na analyzovanie rizík na dve hlavné skupiny: [43]

- **Indukčné metódy:** ich výsledkom sú preventívne opatrenia, pomocou ktorých dokážeme predchádzať poruchám. Teda analyzujeme javy, ktoré by mohli v budúcnosti spôsobiť poruchu na zariadení. [43]
- **Dedukčné metódy:** ich výsledkom sú súvislosti, javy a udalosti, ktoré v minulosti zapríčinili nehodovú udalosť zariadenia. Teda analyzujeme konkrétnu nehodu a hľadáme jej pravú príčinu. [43]

Na analýzu rizík strojových zariadení pre EBO bola vybratá indukčná metóda kontrolných zoznamov („Checklists“), ktorej postup je založený na kontrole vopred určených podmienok a opatrení. Tieto boli v našom prípade stanovené podľa platných noriem Slovenskej republiky, stanovených pre strojové zariadenia obrábajúce kovy. Výsledkom kontroly reálneho stavu zariadenia v porovnaní s „ideálnym“ stavom stanoveným normou je zoznam nezhôd. Každá nehoda predstavuje zdroj potenciálneho rizika, ktoré by mohlo zapríčiniť nebezpečnú situáciu a ohroziť tak zdravie pracovníkov pri práci. Toto riziko je následne vyhodnotené a posúdené ako vyhovujúce/nevyhovujúce. Podľa princípu ALARP (As Low As Reasonable Practicable), ktorý predstavuje zníženie rizika na takú hranicu, aká je prakticky (čo znamená technicky a ekonomicky) realizovateľná, sú navrhnuté odporúčané preventívne opatrenia, ktoré sa odporúča na stroji vykonať, aby sa eliminovalo riziko a zvýšila sa tak celková bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci.[44]

Vo všeobecnosti predstavuje metóda kontrolných zoznamov jednoduchú a rýchlu formu identifikácie rizík. Táto metóda sa používa takmer vo všetkých odvetviach (napr. administratívne práce, stavebníctvo, autoservis, potravinársky priemysel, poľnohospodárstvo, maloplošná povrchová ťažba a iné.). Kontrolný zoznam môže byť vytvorený na základe historických informácií a poznatkov, ktoré boli zozbierané z predošlej, podobnej situácie, alebo z iných zdrojov informácií. Jedinú nevýhodu tejto metódy predstavuje obmedzenie hľadaných rizikových faktorov na vopred vytvorený kontrolný zoznam. Teda pracovník hodnotiaci riziko na mieste je obmedzený na kategóriu rizík stanovených v kontrolnom zozname. Z tohto dôvodu by sa mal klásť dôraz na objavovanie nových položiek, ktoré nie sú súčasťou štandardného kontrolného zoznamu a zdajú sa byť ako relevantné pre daný špecifický projekt. Kontrolný zoznam by mal zahŕňať všetky typy možných rizík v danom projekte, preto sa odporúča na konci každého projektu kontrolný zoznam formálne zhodnotiť, či jeho položky sú stále projektu vyhovujúce, prípade zoznam inovovať. [45]

Norma ISO 23125 určená pre sústruhy zahŕňa aj bezpečnostné požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu, ktoré stanovujú požadovanú výkonnostnú úroveň (PL_r) pre jednotlivé bezpečnostné prvky systému inštalované v riadiacom systéme strojového zariadenia. Riadiace časti stroja sú hodnotené podľa noriem ISO 13849-1 (Bezpečnostné časti riadiacich systémov: Všeobecné zásady navrhovania) a ISO 13849-2 (Bezpečnostné časti riadiacich systémov: Hodnotenie). Výpočtom bol najprv stanovený aktuálny stredný čas do nebezpečnej poruchy $MTTF_d$, bezpečnostná funkcia bola zaradená do

Str. 42	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

príslušnej kategórie podľa ISO 13849-1, kapitola 6.2¹. Určenie kategórie vplýva aj na výkonnostnú úroveň PL, z čoho vyplýva že určenie kategórie je kľúčovou charakteristikou pre navrhovanie a hodnotenie bezpečnostných funkcií. Hodnota aktuálneho MTTF_d je stanovená na základe princípov a vzťahov uvedených v prílohách C a D normy ISO 13849-1. Na záver je stanovená aktuálna úroveň PL daného SRP/CS podľa prílohy E normy ISO 13849-2: 2013. Vďaka porovnaniu požadovanej a aktuálnej výkonnostnej úrovne sme zistili, či aktuálny stav bezpečnostného prvku riadiaceho systému strojového zariadenia spĺňa požadovanú bezpečnostnú funkciu v určených medziach. Norma ISO 13849-1: 2006 stanovuje požadované úrovne PL_r len pre sústruhy a preto pre obrázačku HOV 25 A je určená hodnota PL_r podľa prílohy A tejto normy. Táto hodnota je porovnaná s aktuálnou hodnotou PL rovnako, ako je popísané vyššie.

¹Pozn.: platí najmä pre obrázačku typu HOV 25 A, sústruhy by mali mať SRP/CS konštruované na základe vopred stanovenej kategórie, no pre staršie sústruhy bolo nutné odhadnúť do akej kategórie SRP/CS spadá

7 ANALÝZA RIZÍK VYBRANÝCH STROJOVÝCH ZARIADENÍ

7.1 Definície vybraných pojmov k analýze rizik podľa normy STN EN ISO 23125

Za **malý sústruh** sa považuje sústruh v nasledujúcich rozmerových hraniciach:

- Sústruh s vodorovným vretenom a sústružnicke centrál so vzdialenosťou medzi hrotmi až do 2 000 mm vrátane a sústružnicke centrál, ktoré sú navrhnuté pre upínacie zariadenia do vonkajšieho priemeru 500 mm vrátane [46]
- Zvislé sústruhy, sústruhy s obrábacím vretenom vrátane zvislých sústruhov s automatickou výmenou obrobku a sústružníckych centier, ktoré sú navrhnuté pre upínacie zariadenie do vonkajšieho priemeru 500 mm vrátane [46]

Za **veľký sústruh** sa považuje sústruh, ktorý prekračuje nasledujúce rozmery:

- Sústruh s vodorovným vretenom a sústružnicke centrál so vzdialenosťou medzi hrotmi prevyšujúcou 2 000 mm a sústružnicke centrál, ktoré sú navrhnuté pre upínacie zariadenia do vonkajšieho priemeru prevyšujúceho 500 mm [46]
- Zvislé sústruhy, sústruhy s obrábacím vretenom vrátane zvislých sústruhov s automatickou výmenou obrobku a sústružníckych centier, ktoré sú navrhnuté pre upínacie zariadenie prevyšujúce vonkajší priemer 500 mm [46]


Spôsoby prevádzky

Režim 0 : ručný režim

Spôsob prevádzky stroja operátorom bez NC funkcií alebo neautomatického režimu pohybu osí stroja, kde operátor ovláda proces obrábania bez použitia predprogramovaných operácií. Pohyb osí smie byť ovládaný pomocou tlačidiel, elektronického ručného kolieska alebo pákového ovládača. [46]

Režim 1: automatický režim

Automatická, programovaná, kroková prevádzka stroja s možnosťou ručného alebo automatického upínania/ vyberania obrobkov a nástrojov, pokiaľ nie je zastavený programom alebo operátorom [46]

Str. 44	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Režim 2: nastavovací režim

Spôsob prevádzky, pri ktorom je nastavenie pre nasledujúci proces obrábania vykonaný operátorom. Kontrola nástroja alebo polohy obrobku (napr. dotyk obrobku meracou sondou alebo nástrojom) sú súčasťou nastavovacieho režimu. [46]

Režim pre údržbu

Režim pre servisné a údržbové práce, ako kalibráciu osí laserom, skúšanie sondy a analýza chyby vretena. V tomto režime nie je povolené obrábanie obrobku. [46]

Tabuľka 2: Prehľad veľkostí a skupín sústruhov [46]

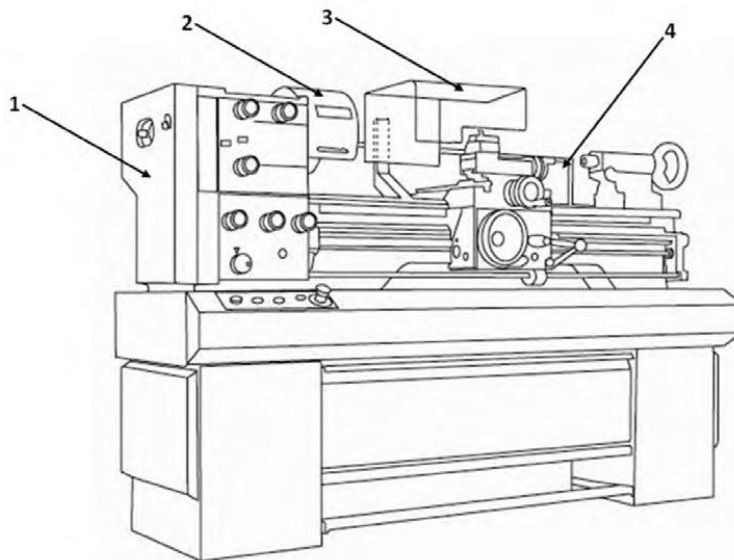
Skupina číslo	Názov skupiny	Podskupiny vo veľkostiach
Skupina 1	Ručne ovládané sústruhy bez číslícového riadenia	Malé Veľké
Skupina 2	Ručne ovládané sústruhy s obmedzenou schopnosťou číslícového riadenia	Malé Veľké
Skupina 3	Číslícovo riadené sústruhy a sústružnícke centrá	Malé Veľké
Skupina 4	Jednovretenové alebo viacvretenové automatické sústruhy	Bez rozdelenia

Tabuľka 3: Prehľad prevádzkových režimov na sústruhoch podľa jednotlivých skupín [46]

Prevádzkový režim	Skupina 1 Ručne ovládané sústruhy bez NC	Skupina 2 Ručne ovládané sústruhy s obmedzenou schopnosťou NC	Skupina 3 NC sústruhy a sústružnícke centrá	Skupina 4 Jedno- a viacvretenové automatické sústruhy
Režim 0 ručný režim	Povinný	Povinný	Voliteľný	Nepovolený
Režim 1 automatický režim	Nepovolený	Povinný obmedzený Režim 1	Povinný	Povinný
Režim 2 nastavovací režim	Nepovolený	Voliteľný	Povinný	Povinný
Režim pre údržbu	Nepovolený	Voliteľný	Voliteľný	Voliteľný



Skupina 1



Legenda

1 zadný kryt vretena

2 kryt skľučovadla

3 predný kryt proti vymršteniu triesok/ kvapaliny

4 zadný kryt proti vymršteniu triesok/ kvapaliny

Obr. 7: Príklad ručne ovládaného sústruhu s vodorovným vretenom [46]

Táto skupina môže mať nasledovné vybavenie [46]

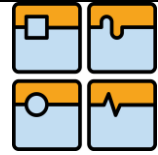
- Mechanické zariadenie pre mechanický posuv alebo rezanie závitov
- Elektrocnické zariadenia pre konštantnú povrchovú rýchlosť
- Kopírovacie príslušenstvo

Táto skupina nemôže obsahovať žiadny NC systém.

Skupina 2

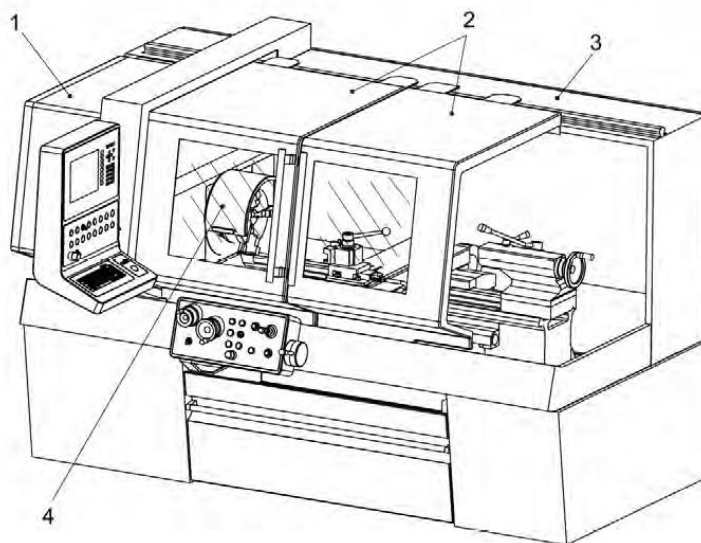
Táto skupina môže byť vybavená vybavením Skupiny 1 a nasledovným príslušenstvom [46], [47]

- Obmedzeným číslicovým riadením poskytujúcim:
 - Konštantnú povrchovú rýchlosť
 - Interpoláciu osí
 - Cykly pre rezanie závitov



Táto skupina nemôže mať: [46], [47]

- Automatický štart programu
- Automaticky spúšťanú výmenu nástroja, indexováciu revolverovú hlavu alebo pohyby pinoly koníka vpred/ vzad
- Neobmedzené rýchloposuvy osí
- Automatickú výmenu obrobku alebo systém posuvu tyče



Legenda

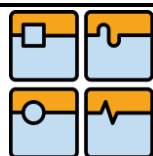
1 zadný kryt vretena

3 zadný kryt

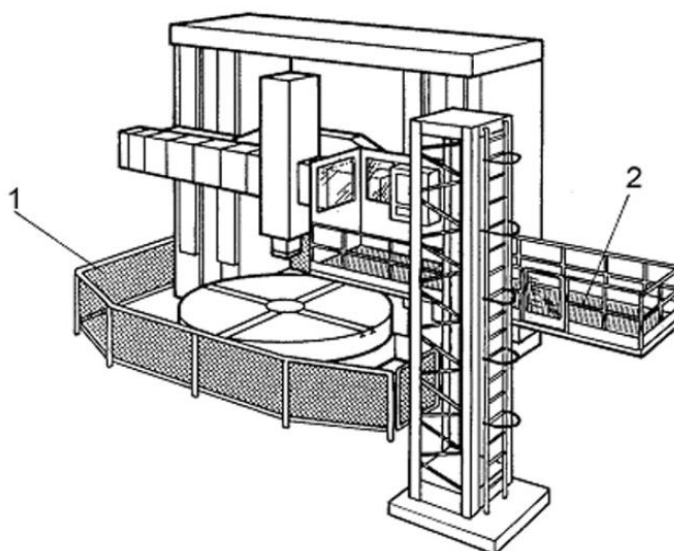
2 predný kryt

4 kryt skľučovadla

Obr. 8: Príklad ručne ovládaného sústruhu s obmedzeným NC vybavením [46]



Skupina 3



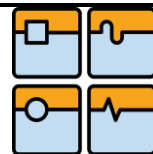
Legenda

- 1 plocha ohraničená ohradou
- 2 pracovní plošina

Obr. 9: Příklad velkého zvislého NC sústruhu s operačnou pracovnou plošinou [46]

Táto skupina môže mať nasledovné vybavenie: [46]

- Číslicové riadenie NC
- Automatickú výmenu obrobkov alebo systém posuvu tyče
- Automatický zásobník nástrojov, posuv nástrojov a systém výmeny nástrojov
- Automatickú indexováciu revolverovú hlavu alebo pinolu koníka s riadeným pohybom vpred/vzad
- Protiľahlým obrobkovým vretenom
- Dvojitým obrobkovým vretenom
- Druhou možnosťou obrábacej operácie
- Pomocné manipulačné zariadenie

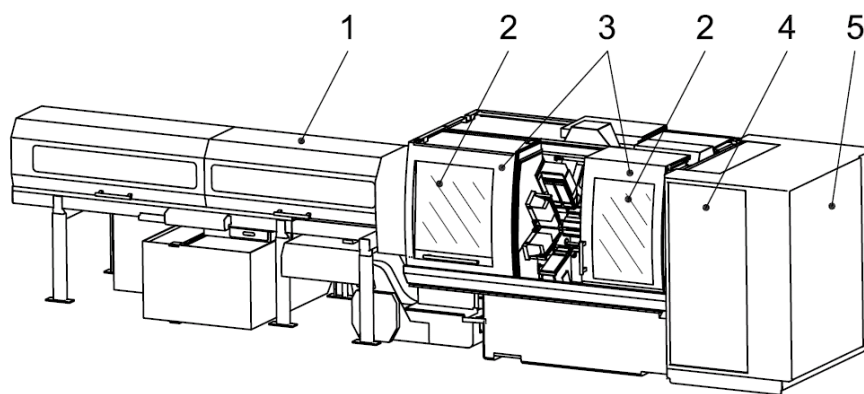


Skupina 4

Táto skupina môže mať nasledovné vybavenie: [46]

- Nosič vrtena nesúci dve alebo viac pracovných obrobkových vretien, ktoré sú vybavené buď poháňanými skľučovadlami alebo klieštinami
- Prídavnými zariadeniami napr. poháňanými nástrojmi a jedným alebo viacerými protivretenami
- Pohonmi pracovných vretien, nástrojových vretien a pomocných protivretien, ktoré môžu byť prevedené buď spoločnými a/alebo nezávislými pohonmi

Táto skupina nesmie mať ručne ovládané skľučovadlá.



Legenda

1 krytovanie posuvu tyče

2 priehľadný panel

3 uzamykateľný pohyblivý kryt

4 hlavný ovládací panel

5 uzavierací kryt

Obr. 10: Príklad viacvretenového NC automatického sústruhu s posuvom tyče s druhým nosičom pre protivretená [46]

7.2 Zoznam identifikovaných nezhôd podľa STN EN ISO 23125



Opierajúc sa o postup z kapitoly 5 (Metodika práce) boli vytvorené kontrolné zoznamy zostavené podľa platných noriem. Tieto sú súčasťou príloh práce (Prílohy 1 a 2). Zoznam identifikovaných nezhôd vznikol ako porovnanie súčasného stavu v čase návštevy podniku s kontrolným zoznamom. V tejto kapitole boli vybrané všetky nájdené nezhody na vybraných strojových zariadeniach, ktoré môžu byť považované za zdroj potenciálneho rizika. Tabuľka 10 uvádza okrem popisu identifikovaných nezhôd a stĺpcového označenia požiadavky za ne/splnené aj poznámky, ktoré sú rozpracované v kapitole 7.2. Tieto poznámky obsahujú popis všetkých nájdených nezhôd doložených príslušnou fotografickou dokumentáciou.

V nástrojovej dielni EBO sa nachádzajú dva typovo rovnaké sústruhy SV 18 RA, ktorých technický stav je odlišný. Analýze rizika boli podrobené oba stroje, stroj s inv. číslom 7402 viditeľný na Obr. 11a stroj s číslom 7403 na Obr. 2.

Počas šetrenia na mieste boli identifikované aj chýbajúce dokumentácie k niektorým strojovým zariadeniam. Schémy elektrického zapojenia chýbali pre sústruh SN 40 C, frézku FA 4 AU a pre zvislý sústruh SKIQ 20 CNC.




Obr. 11: Sústruh SV 18 RA s inv. číslom 7402, umiestnený v EBO na bloku V2

Str. 50	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	 
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Tabuľka 4: Zoznam identifikovaných nezhôd pre sústruh SV 18 RA s inv. č. 7402

Identifikované nezhody pre sústruh typu SV 18 RA (inv.č. 7402)	Ne/splnené	Poznámky
2 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí		
2.1 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí pre SKUPINU 1		
Stroj je vybavený krytom skľúčovadľa pre zamedzenie alebo obmedzenie prístupu k rotujúcemu upínaciemu zariadeniu obrobku	Ø	1
Kryt skľúčovadla je s blokováním pohonu vretena (viď 7.1)	Ø	
- Kryt skľúčovadľa svojou šírkou zakrýva celú dĺžku telesa skľúčovadľa a dočiahne k najkrajnejším častiam bežných čelustí skľúčovadľa (vyčnievajúca časť obrobku nemusí byť zakrytá)	Ø	
- Kryt je umiestnený blízko osy upínacieho zariadenia obrobku	Ø	
Stroj je vybavený zadným krytom proti trieskam alebo je vyhradená plocha pre tento účel, ktorá je ohradená ohradou	✓	2
- Kryt je prichytený ku stroju a presahuje dĺžku priestoru obrábania, alebo pri väčších sústruhoch je prichytení k sedátku tak, aby jeho šírka bola rovnaká ako šírka sedátka	Ø	
Stroj je vybavený predným krytom proti trieskam proti vymršteniu chladiva a triesok smerom k operátorovi	Ø	3
- Šírka tohto krytu je minimálne rovná šírke jeho sedátka	Ø	
- Tam kde kryt nepresahuje od konca pracovného vretena k prednej časti koníka, ak je koník na konci lôžka, je kryt nastaviteľný pozdĺž osy Z (môže byť pripevnený aj k sedátku)	Ø	
Vodiace skrutky a posuvové hriadele sú zakrytované alebo sú v bezpečnej polohe	Ø	4
Konštantná povrchová rýchlosť nesmie byť spustená, pokiaľ max. pracovná rýchlosť vretena nebola do stroja vložená a strojom registrovaná. Je požadované monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena viď 7.5. Výrobca stroja musí uviesť v návode pre použitie bezpečné cesty k nastaveniu maximálnej pracovnej rýchlosti vretena. Tieto môžu zahŕňať obmedzený priebeh zrýchlenia, systémy určenia alebo automatické rozpoznávanie nevyváženosti. Ak je stroj vypnutý, musí byť nastavenie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena zrušené	Ø	5
Je zabezpečené, aby koník nebol neúmyselne vytiahnutý von z lôžka	Ø	6
Stroje vybavené koníkom a/alebo pinolou		
Sú k dispozícii prostriedky na zabránenie neočakávaného vybehnutia koníka z konca lôžka počas ručného nastavovania (napr. mechanickou zádržkou)	Ø	6
7 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu		
7.1 Blokovacie zariadenie spojené s pohyblivým krytom v nasledujúcich oblastiach, elektrosenzitívne ochranné zariadenie, alebo ostatné bezpečnostné zariadenie použité pre: (v pravom stĺpci požadovaná úroveň výkonnostnej úrovne PLr)	Ø	5
7.5 Monitorovanie rýchlostnej medze pre vretená d	Ø	
9 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva vystreknutia kvapaliny alebo vymrštenia predmetov		
9.1 Všeobecné požiadavky		

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 51
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	





Okolo pracovnej zóny sú kryty pre minimalizáciu nebezpečenstva vymrštenia súčastí stroja, nástroja, triesok, úlomkov, alebo chladiva	⊖	1,2,3
10 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva pošmyknutia, zakopnutia a pádu osôb		
Pracovné miesta a prostriedky prístupu na stroj (schody, integrálne rebríky, plošiny a lávky) musia minimalizovať pravdepodobnosť pošmyknutia, zakopnutia, pádu a to inštaláciou zábradlí, zábran šmyknutia a tam, kde je to nevyhnutné, inštaláciou protišmykových povrchov	⊖	9
Informácie musia upozorňovať na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru a tým vytvárania nebezpečenstva pošmyknutia	⊖	10

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
- ⊖ Požiadavka nie je splnená

Tabuľka 5: Zoznam identifikovaných nezhôd pre sústruh SV 18 RA s inv. č. 7403

Identifikované nezhody pre sústruh typu SV 18 RA (inv.č. 7403)	Ne/splnené	Poznámky
2 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí		
2.1 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí pre SKUPINU 1		
Stroj je vybavený krytom skľúčovadľa pre zamedzenie alebo obmedzenie prístupu k rotujúcemu upínaciemu zariadeniu obrobku	⊖	1
Kryt skľúčovadla je s blokováním pohonu vretena (viď 7.1)	⊖	
- Kryt skľúčovadľa svojou šírkou zakrýva celú dĺžku telesa skľúčovadľa a dočiahne k najkrajnejším častiam bežných čelustí skľúčovadľa (vyčnievajúca časť obrobku nemusí byť zakrytá)	⊖	
- Kryt je umiestnený blízko osy upínacieho zariadenia obrobku	⊖	
Stroj je vybavený zadným krytom proti trieskam alebo je vyhradená plocha pre tento účel, ktorá je ohradená ohradou	✓	2
- Kryt je prichytený ku stroju a presahuje dĺžku priestoru obrábania, alebo pri väčších sústruhoch je prichytený k sedátku tak, aby jeho šírka bola rovnaká ako šírka sedátka	⊖	
Stroj je vybavený predným krytom proti trieskam proti vymršteniu chladiva a triesok smerom k operátorovi	✓	3
- Šírka tohto krytu je minimálne rovná šírke jeho sedátka	⊖	
- Tam kde kryt nepresahuje od konca pracovného vretena k prednej časti koníka, ak je koník na konci lôžka, je kryt nastaviteľný pozdĺž osy Z (môže byť pripevnený aj k sedátku)	⊖	
Vodiace skrutky a posuvové hriadele sú zakrytované alebo sú v bezpečnej polohe	⊖	4
Konštantná povrchová rýchlosť nesmie byť spustená, pokiaľ max. pracovná rýchlosť vretena nebola do stroja vložená a strojom registrovaná. Je požadované monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena viď 7.5. Výrobca stroja musí uviesť v návode pre použitie bezpečné cesty k nastaveniu maximálnej pracovnej rýchlosti vretena. Tieto môžu zahŕňať obmedzený priebeh zrýchlenia, systémy určenia alebo automatické rozpoznávanie nevyváženosť. Ak je stroj vypnutý, musí byť nastavenie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena zrušené	⊖	5

Str. 52	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	   
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	



Je zabezpečené, aby koník nebol neúmyselne vytiahnutý von z lôžka	⊘	6
Stroje vybavené koníkom a/alebo pinolou		
Sú k dispozícii prostriedky na zabránenie neočakávaného vybehnutia koníka z konca lôžka počas ručného nastavovania (napr. mechanickou zarážkou)	⊘	6
7 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu		
Bezpečnostné funkcie musia spĺňať požiadavky pre stupeň prevedenia ISO 13849-1 tak, ako je nižšie uvedené:		
7.1 Blokovacie zariadenie spojené s pohyblivým krytom v nasledujúcich oblastiach, elektrosenzitívne ochranné zariadenie, alebo ostatné bezpečnostné zariadenie použité pre: (v pravom stĺpci požadovaná úroveň výkonnostnej úrovne PLr)	⊘	5
7.5 Monitorovanie rýchlostnej medze pre vretená d	⊘	
9 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva vystreknutia kvapaliny alebo vymrštenia predmetov		
9.1 Všeobecné požiadavky		
Okolo pracovnej zóny sú kryty pre minimalizáciu nebezpečenstva vymrštenia súčastí stroja, nástroja, triesok, úlomkov, alebo chladiva	⊘	1,2,3
10 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva pošmyknutia, zakopnutia a pádu osôb		
Pracovné miesta a prostriedky prístupu na stroj (schody, integrálne rebríky, plošiny a lávky) musia minimalizovať pravdepodobnosť pošmyknutia, zakopnutia, pádu a to inštaláciou zábradlí, zábran šmyknutia a tam, kde je to nevyhnutné, inštaláciou protišmykových povrchov	⊘	9
Informácie musia upozorňovať na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru a tým vytvárania nebezpečenstva pošmyknutia	⊘	10

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
- ⊘ Požiadavka nie je splnená

Tabuľka 6: Identifikované nezhody pre sústruh typu SN 40 C

Identifikované nezhody pre sústruh typu SN 40 C	Ne/splnené	Poznámky
2 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí		
2.1 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí pre SKUPINU 1		
Stroj je vybavený krytom skľúčovadľa pre zamedzenie alebo obmedzenie prístupu k rotujúcemu upínaciemu zariadeniu obrobku	✓	1
Kryt skľúčovadla je s blokováním pohonu vretena (viď 7.1)	⊘	
- Kryt skľúčovadľa svojou šírkou zakrýva celú dĺžku telesa skľúčovadľa a dočiahne k najkrajnejším častiam bežných čelustí skľúčovadľa (vyčnievajúca časť obrobku nemusí byť zakrytá)	✓	
- Kryt je umiestnený blízko osy upínacieho zariadenia obrobku	✓	
Stroj je vybavený zadným krytom proti trieskam alebo je vyhradená plocha pre tento účel, ktorá je ohradená ohradou	✓	2
- Kryt je prichytený ku stroju a presahuje dĺžku priestoru obrábania, alebo pri väčších sústruhoch je prichytený k sedátku tak, aby jeho šírka bola rovnaká ako šírka sedátka	⊘	
Stroj je vybavený predným krytom proti trieskam proti vymršteniu chladiva a triesok smerom k operátorovi	⊘	3
- Šírka tohto krytu je minimálne rovná šírke jeho sedátka	⊘	
- Tam kde kryt nepresahuje od konca pracovného vretena k prednej časti koníka, ak je koník na konci lôžka, je kryt nastaviteľný pozdĺž osy Z (môže byť pripevnený aj k sedátku)	⊘	
Vodiace skrutky a posuvové hriadele sú zakrytované alebo sú v bezpečnej polohe	⊘	4
Konštantná povrchová rýchlosť nesmie byť spustená, pokiaľ max. pracovná rýchlosť vretena nebola do stroja vložená a strojom registrovaná. Je požadované monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena viď 7.5. Výrobca stroja musí uviesť v návode pre použitie bezpečné cesty k nastaveniu maximálnej pracovnej rýchlosti vretena. Tieto môžu zahŕňať obmedzený priebeh zrýchlenia, systémy určenia alebo automatické rozpoznávanie nevyváženosti. Ak je stroj vypnutý, musí byť nastavenie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena zrušené	⊘	5
Je zabezpečené, aby koník nebol neúmyselne vytiahnutý von z lôžka	⊘	6
Stroje vybavené koníkom a/alebo pinolou		
Sú k dispozícii prostriedky na zabránenie neočakávaného vybehnutia koníka z konca lôžka počas ručného nastavovania (napr. mechanickou zárazkou)	⊘	6
7 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu		
Bezpečnostné funkcie musia spĺňať požiadavky pre stupeň prevedenia ISO 13849-1 tak, ako je nižšie uvedené:		
7.1 Blokovacie zariadenie spojené s pohyblivým krytom v nasledujúcich oblastiach, elektrosenzitívne ochranné zariadenie, alebo ostatné bezpečnostné zariadenie použité pre: (v pravom stĺpci požadovaná úroveň výkonnostnej úrovne PLr)	⊘	5
7.5 Monitorovanie rýchlostnej medze pre vretená d	⊘	
9 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva vystreknutia kvapaliny alebo vymrštenia predmetov		
9.1 Všeobecné požiadavky		

Str. 54	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	 
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


Okolo pracovnej zóny sú kryty pre minimalizáciu nebezpečenstva vymrštenia súčastí stroja, nástroja, triesok, úlomkov, alebo chladiva	⊘	1,2,3
10 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva pošmyknutia, zakopnutia a pádu osôb		
Pracovné miesta a prostriedky prístupu na stroj (schody, integrálne rebríky, plošiny a lávky) musia minimalizovať pravdepodobnosť pošmyknutia, zakopnutia, pádu a to inštaláciou zábradlí, zábran šmyknutia a tam, kde je to nevyhnutné, inštaláciou protišmykových povrchov	⊘	9
Informácie musia upozorňovať na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru a tým vytvárania nebezpečenstva pošmyknutia	⊘	10

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
- ⊘ Požiadavka nie je splnená

Tabuľka 7: Identifikované nezhody pre sústruh typu SKIQ 20 CNC

Identifikované nezhody pre sústruh typu SKIQ 20 CNC	Ne/splnené	Poznámky
2.3.2 Zber triesok a ich odstránenie		
Prístup k nebezpečným častiam zberu triesok a ich odstráneniu je zamedzený pevnými a/alebo pohyblivými krytmi s blokováním	⊘	7
Priestor odstraňovania triesok má varovnú nálepku zbytkového rizika, napr. zachytenie, rozdrtenie	⊘	8
7 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu		
Bezpečnostné funkcie musia spĺňať požiadavky pre stupeň prevedenia ISO 13849-1 tak, ako je nižšie uvdené:	✗	
7.1 Blokovacie zariadenie spojené s pohyblivým krytom v nasledujúcich oblastiach, elektrosenzitívne ochranné zariadenie, alebo ostatné bezpečnostné zariadenie použité pre: (v pravom stĺpci požadovaná úroveň výkonnostnej úrovne PLr)	✗	
- pracovnú zónu operátora/pre údržbu d, kategória 3/c	✗	14
- prevody, pohonné mechanizmy c alebo d	✗	
- výmenník nástrojov, zásobník nástrojov d	✗	
- manipulačné zariadenie pre zakladanie/vyberanie obrobku c alebo d	✗	
- výmenník paliet c alebo d	✗	
- dopravník triesok c	✗	
- prístup k priehlbínám, brány ohraničenia ohradou c alebo d	✗	
- zariadenie posuvu tyče c	✗	
- mechanické prevody prístupné počas bežnej prevádzky c alebo d	✗	
7.2 Zariadenie vyžadujúce nepretržité pôsobenie sily na ovladač d	✗	
7.3 Ovládaci systém s elektronickým ručným kolečkom d	✗	
7.4 Spúšťacie zariadenie d	✗	
7.5 Monitorovanie rýchlostnej medze pre vretená d	✗	

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 55
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

7.6 Monitorovanie medze posuvu v osiach	c	×	
7.7 Ovládací systém upínania nástroja a obrobku	b	×	
7.8 Núdzové zastavenie	c	×	
7.9 Zabránenie nebezpečenstvu rozdrtenia pri poháňaných krytoch/dverách s ochranou hrán napr. pomocou na tlak citlivých ochranných zariadení	d	×	
7.10 Volič funkcie prevádzkového režimu	c	×	
7.11 Bezpečné zastavenie kategórie 2 podľa IEC 618005-2	c	×	
7.12 Ovládacie funkcie pre zabránenie neúmyselného klesania zvislej/šikmej osi	c alebo d	×	
7.13 Funkcia spustenia reštartu	c	×	
7.14 Spustenie pohybu osi	c	×	
10 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva pošmyknutia, zakopnutia a pádu osôb			
Informácie musia upozorňovať na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru a tým vytvárania nebezpečenstva pošmyknutia		⊘	10

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
 - ⊘ Požiadavka nie je splnená
 - ×
- Požiadavka sa netýka daného strojového zariadenia (napr. nie je vo výbave, platí pre inú skupinu strojov atď.)

Tabuľka 8: Identifikované nebezpečenstvá pre obrázačku HOV 25 A a frézku typu FA 4 AU

Identifikované nebezpečenstvá pre stroj typu HOV 25 A	Ne/splnené	Poznámky
Minimálna šírka prístupových priechodov ku stroju musí byť aspoň 800 mm	⊘	11
Počet ovládacích a oznamovacích súčastí na stroji, ich konštrukcia a umiestnenie musia umožňovať ľahkú presnú a rýchlu manipuláciu a čítanie oznamovaných údajov	⊘	12,13
Identifikované nebezpečenstvá pre stroj typu FA 4 AU		
Počet ovládacích a oznamovacích súčastí na stroji, ich konštrukcia a umiestnenie musia umožňovať ľahkú presnú a rýchlu manipuláciu a čítanie oznamovaných údajov	⊘	12,13
Konštrukcia a umiestnenie elektrických ovládacích a oznamovacích zariadení obrábacích strojov musí vyhovovať ustanoveniam STN EN 60204-1:(33 2200) 2007 (táto podmienka platí aj pre nožný/ručný ovládač pre núdzové zastavenie stroja hydraulický/pneumatický)	⊘	13

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
- ⊘ Požiadavka nie je splnená

7.3 Popis identifikovaných nezhôd s kontrolným zoznamom pri vybraných strojových zariadeniach

V tejto kapitole sú spracované všetky identifikované zdroje nebezpečenstva na vybraných strojových zariadeniach. Celkovo bolo nájdených na všetkých strojoch 11 zdrojov, ktoré predstavujú zdroj nebezpečenstva, z toho 5 zdrojov predstavuje stredné, 3 malé a 3 veľké riziko.

Spracovanie identifikovaných zdrojov nebezpečenstva predstavuje posúdenie rizika a jeho mieru, teda aké je riziko veľké a či je riziko akceptovateľné a neakceptovateľné. Možno povedať, že bezpečnosť predstavuje akceptovateľnú mieru rizika. Je veľmi dôležité pri posudzovaní rizika zohľadňovať všetky faktory pracovného prostredia, nie len fakty plynúce z práva a noriem. Analýza by mala byť vykonávaná za plnej prevádzky dielne (táto podmienka je v našom prípade splnená) a mali by byť zohľadnené aj činitele ako napr. pohlavie, vek a zdravie zamestnancov a iné. [48]

Platia isté všeobecné zásady pre analýzu a posudzovanie rizika, uvedené v [48], ktoré nám hovoria či je riziko akceptovateľné alebo nie je:

- Veľké riziko je neakceptovateľné
- Malé a stredné riziko je akceptovateľné


Ak nie sú splnené právne požiadavky, potom riziko nie je akceptovateľné

Poznámka:


V prípade tejto diplomovej práce sa jedná vždy o porušenie právnych požiadaviek a z tohto dôvodu sú všetky identifikované nebezpečenstvá neakceptovateľné a mali by byť prijaté navrhnuté preventívne opatrenia. Riziko bolo posudzované podľa Tabuľky 9.


Tabuľka 9: Pomocná tabuľka pre posudzovanie rizika [48]


	Závažnosť následkov		
Pravdepodobnosť	Mierne poškodenie	Stredné poškodenie	Extrémne poškodenie
Vysoko nepravdepodobné	Malé (1)	Malé (1)	Stredné (2)
Pravdepodobné	Malé (1)	Stredné (2)	Veľké (3)
Vysoko pravdepodobné	Stredné (2)	Veľké (3)	Veľké (3)


Str. 58	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


Tabuľka 10: Popis a fotografická dokumentácia identifikovaných nebezpečenstiev na vybraných strojových zariadeniach


Číslo poznámky	Poznámky/Identifikované nebezpečenstvá	Vyhodnotenie nebezpečenstva	Miera prípustnosti
1	<p>Na stroji nie je namontovaný kryt sklúčovadla pre zamedzenie alebo obmedzenie prístupu k rotujúcemu upínaciemu zariadeniu obrobku, od čoho sa odvíja nesplnenie všetkých podmienok týkajúcich sa krytu sklúčovadla (viď Obr. 12). Vzniká tak riziko poranenia obsluhy stroja, ale aj iných pracovníkov nachádzajúcich sa v blízkosti stroja, v prípade odletenia nesprávne prichyteného obrobku, alebo iných rotujúcich častí.</p>  <p>Obr. 12: Chýbajúci kryt sklúčovadla a absencia predného krytu proti trieskam, vymršteniu chladiva a triesok smerom k operátorovi</p>	stredné	neakceptovateľné


	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 59
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


2	<p>Pri stroji je postavený zadný kryt proti trieskam, ktorý však nie je dostatočne prichytený k stroju, čím je spôsobené, že by kryt nemusel pohltiť celú silu nárazu, a tým pádom by nebolo zabránené nebezpečnej situácii.</p>  <p>Obr. 13: Zadný kryt nie je dostatočne upevnený ku stroju</p>	stredné	neakceptovateľné
3	<p>Na sústruhoch typu SV 18 RA (s inv. č. 7402 a 7403) a SN 40 C nie je namontovaný predný kryt proti trieskam a tým pádom sú nesplnené všetky podmienky, ktoré by mal tento kryt spĺňať. Vzniká tak riziko poranenia obsluhy stroja odlietavajúcimi trieskami pri obrábacom procese (viď Obr. 2 , Obr. 3 a Obr. 11)</p>	stredné	neakceptovateľné


Str. 60	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


4	<p>Vodiace skrutky a tyče nie sú riadne zakrytované ako prikazuje ISO 23125 a tým pádom vzniká riziko poranenia obsluhy stroja napríklad zachytením alebo namotaním pri rotačnom pohybe tyčí (viď Obr. 14). Kryty chýbajú na všetkých sústruhoch okrem zvislého sústruhu (teda sústruhy s označením SV 18 RA a SN 40 C).</p>  <p>Obr. 14: Chýbajúce kryty vodiacich tyčí na sústruhu SV 18 RA inštalovaného v EBO</p>	stredné	neakceptovateľné
5	<p>Sústruhy typu SV 18 RA (s inv. č. 7402 a 7403) a SN 40 C nedisponujú SRP/CS na monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena, ktoré musí spĺňať požadovanú výkonnostnú úroveň $PL_r = d$ (viď položku 7.5 v kontrolnom zozname pre sústruhy podľa ISO 23125). Táto podmienka na úroveň PL_r je automaticky z rovnakého dôvodu nesplnená.</p>	stredné	neakceptovateľné


	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 61
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


6	<p>Na sústruhoch typu SV 18 RA (s inv. č. 7402 a 7403) a SN 40 C chýba mechanická zarážka zabráňujúca vybehnutiu koníka z lôžka. Vzniká tak možnosť poranenia obsluhy stroja napríklad neúmyselným vytiahnutím koníka (poranenie dolných končatím pri páde koníka), dokumentácia na Obr. 15.</p>  <p>Obr. 15: Chýbajúca mechanická zarážka, zabráňujúca vybehnutiu koníka von z lôžka</p>	malé	neakceptovateľné


Str. 62	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


7	<p>Priestor určený na odvádzanie triesok a reznej kvapaliny sústruhu SKIQ 20 CNC do zbernej nádrže umiestnenej vedľa stroja pod úrovňou podlahy je nedostatočne zakrytovaný. Kryt obdĺžnikového tvaru umiestnený medzi trojuholníkovým krytom a dreveným krytom zbernej nádrže nie je pevne uchytенý k zemi a pri našliapnutí naň môže vzniknúť poranenie všetkých osôb prechádzajúcich okolo stroja, príp. zaseknutie dolnej končatiny v otvore (pod krytom sa nachádza prepadlina hlboká najmenej 1 m pod úrovňou podlahy), vid' Obr. 16.</p>  <p>Obr. 16: Nedostatočné zakrytovanie nebezpečných častí zberu triesok, hrozí riziko prepadnutia</p>	veľké	neakceptovateľné


	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 63
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


8	<p>Priestor odstraňovania triesok sústruhu SKIQ 20 CNC nemá varovnú nálepku zbytkového rizika (stroj je vybavený vibračným kanálom na odvod triesok)</p>  <p>Obr. 17: Priestor zberu triesok, pomocou vibračných kanálov (absentujúce výstražné značenie zbytkového rizika)</p>	malé	neakceptovateľné



Str. 64	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


9	<p>Prístupové miesta k hrotovým sústruhom (oba SV 18 RA, SN 40 C) sú realizované pomocou drevených paliet, ktoré svojím tvarom vyčnievajú do chodníkov medzi strojmi. Chodníkmi je často transportovaný materiál (napr. obrobky) k ostatným strojom a môže dôjsť k zakopnutiu pracovníkov a k následnému poraneniu (dokumentácia na Obr. 18).</p>  <p>Obr. 18: Nebezpečenstvo zakopnutia o prístupové plochy ku stroju</p>	stredné	neakceptovateľné
10	<p>Vo výrobnej hale sa nenáchádzajú žiadne informácie upozorňujúce na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru, čím vzniká nebezpečenstvo pošmyknutia osôb (vyplýva z EN ISO 23125).</p>	malé	neakceptovateľné


	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 65
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

11	<p>Šírka prístupových priechodov k obrázačke HOV 25 A je menšia ako normou stanovená šírka (min. 800 mm), čím je zhoršený prístup k ovládaniu stroja a v krízovej situácii vzniká riziko poranenia osôb (viď Obr. 19).</p>  <p>Obr. 19: Zmenšený prístupový priechod k obrázačke</p>	stredné	neakceptovateľné

Str. 66	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

12	<p>Umiestnenie tlačidla „central stop“ na obrázačke HOV 25 A sa nachádza mimo bežný dosah ruky (je nutné zohnúť sa alebo inak dosahovať na tlačidlo), pričom nápis oznamujúci, že sa jedná o tlačidlo núdzového vypnutia stroja je z rovnakého dôvodu nečitateľné. V krízovej situácii vzniká riziko poranenia osôb (viď Obr. 20).</p> <div data-bbox="217 557 627 1099" data-label="Image">  </div> <div data-bbox="671 557 1082 1099" data-label="Image">  </div> <p>Obr. 20: Tlačidlo „central stop“ a jeho umiestnenie</p>	veľké	neakceptovateľné

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 67
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

13	<p>Frézka FA 4 AU nie je vybavená žiadnym tlačidlom „central stop“ a tým pádom nie sú splnené žiadne podmienky týkajúce sa núdzového vypínania stroja. Vzniká tak riziko poranenia osôb, pri krízovej situácii (viď Obr. 21).</p>  <p>Obr. 21: Frézka bez tlačidla „central stop“</p>	veľké	neakceptovateľné
----	---	-------	------------------

Poznámka 14:

Sústruh typu SKIQ 20 CNC je vybavený viacerými bezpečnostnými funkciami, ktoré sú zabezpečené pomocou SRP/CS prvkov v riadiacom systéme stroja. Podľa dostupných informácií a po konzultácii s firmou je stroj vybavený poháňanými krytmi s blokováním pre zamedzenie prístupu k nebezpečným častiam stroja počas prevádzky (viď Obr. 22). Obrábanie nie je možné spustiť, ak nie sú kryty vytiahnuté, alebo ak je porucha na blokovacom zariadení. Stroj je vybavený záložnou batériou, ktorá pri výpadku prúdu uchová v pamäti program a tak nedôjde k reštartu systému a neočakávanému pohybu stroja po opätovnom zapnutí prúdu.

Na stroji sú monitorované rýchlostné medze pre vreteno (viď položku 7.5 v kontrolnom zozname v Prílohe č. 1) a medze posuvu v osiach (položka 7.6 v Prílohe č. 1). Sústruh je vybavený voličom funkcie prevádzkového režimu, pre voľbu automatického alebo ručného režimu (7.10 v Prílohe č. 1). Všetky tieto časti riadiaceho systému musia spĺňať požadovanú úroveň PL_r , ktorá by mala byť porovnaná s aktuálnou úrovňou PL , vypočítanej podľa elektrických schém stroja.



Obr. 22: Sústruh SKIQ 20 CNC s pohyblivými krytmi s blokováním v aktivnej polohe

Dokumentácia k stroju je nedostatočná a preto nemohol byť odhadnutý aktuálny stav riadiaceho systému, iba mechanická (hardwarová) stránka stroja, ktorá nemusí vypovedať dostatočne o zbytkovej životnosti daného vertikálneho sústruhu. Z tohto dôvodu sú všetky položky kontrolného zoznamu (Príloha č. 1) týkajúce sa špecifických požiadaviek plynúcich z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu označené symbolom „✖“ označujúcim položky, ktoré sa netýkajú daného strojového zariadenia.


8 NÁVRH PREVENTÍVNYCH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE RIZIKA VYBRANÝCH STROJNÝCH ZARIADENÍ

Návrh preventívnych opatrení je vykonaný v súlade s platnými právnymi predpismi na Slovensku. Jedná sa o opatrenia, ktoré pomôžu dodržať platnosť práve týchto predpisov. Nakoľko porušenie platných noriem je postihnutelné a môže byť vymáhateľné od firmy primerané odškodnenie, alebo úplné zastavenie činnosti, je potrebné realizovať všetky navrhnuté preventívne opatrenia.

Pri tvorbe preventívnych opatrení treba dohliadať na viacero faktorov:


- Realizovateľnosť preventívnych opatrení
 - všetky preventívne opatrenia musia byť uskutočniteľné a vhodne realizovateľné tak, aby nevznikol neprimeraný technický problém pri ich aplikácii v praxi
- Náklady na realizáciu
 - náklady na realizáciu preventívnych opatrení, ako sú náklady na montáž, materiály a iné (napr. doprava a dostupnosť materiálu) by mali byť úmerné konečnému efektu a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci
- Dodržiavanie platných noriem na Slovensku
 - preventívne opatrenia musia byť navrhnuté tak, aby spĺňali minimálne požiadavky uvedené v legislatíve SR


Do tvorby návrhu preventívnych opatrení sú pribraté aj odporúčania a návrhy, ktoré po ich zavedení v konečnom dôsledku prispievajú k zlepšeniu bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci, ale ich zavedenie nie je nutné (odporúča sa). V prípade týchto zmien sa nejedná o výslovné porušovanie právnych nariadení, ani nie sú považované za výslovný zdroj nebezpečenstva pre zamestnancov, ale ich realizáciou sa zlepšia celkové podmienky na pracovisku a zabráni sa vzniku potenciálnych zdrojov nebezpečenstva v budúcnosti.


Str. 70	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	


Tabuľka 11: Návrh preventívnych a odporučených opatrení


Číslo opatrenia	Návrh preventívnych opatrení	Vyhodnotenie nebezpečenstva	Miera prípustnosti
1	<p>Namontovať kryt skľučovadla pre zamedzenie alebo obmedzenie prístupu k rotujúcemu upínaciemu zariadeniu obrobku na všetky stroje, na ktorých tento kryt chýba (sústruhy SV 18 RA a sústruh SN 40 C). Kryt musí byť s blokováním a spĺňať požiadavky ISO 23125 pre kryt na skľučovadle.</p>  <p>Obr. 23: Príklad ochranného krytu od firmy Jtechnik, zaoberajúcou sa krytovaním starších strojov [54]</p>	malé	akceptovateľné


	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 71
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

2	<p>Namontovať zadný kryt proti trieskam na všetky stroje, kde chýba (sústruhy SV 18 RA a sústruh SN 40 C), tak aby presahoval dĺžku priestoru obrábania. Kryt musí byť pripevnený na stroj. Realizácia môže byť napríklad vo forme ocelového krytu prichyteného o zadnú časť stroja po celej dĺžke.</p>  <p>Obr. 24: Príklad realizácie zadného krytu firmou Jtechnik [54]</p>	malé	akceptovateľné


Str. 72	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

3	<p>Namontovať predný kryt proti trieskam na všetky stroje, kde tento kryt chýba, teda na sústruhy typu SV 18 RA a sústruh SN 40 C. Kryt sa montuje na suport a je otočný (viď Obr. 23).</p> <p>Sústruh SV 18 RA s inv. č. 7403 je vybavený predným krytom proti trieskam, ktorý však nie je nastaviteľný pozdĺž osi Z, tam kde kryt nepresahuje od konca pracovného vretena k prednej časti koníka a z tohto dôvodu je kryt nedostatočný (viď Obr. 2).</p> <p>Krytovanie stroja SKUPINY 1, podľa normy EN ISO 23125 je na Obr. 8.</p>  <p>Obr. 25: Príklad realizácie predného krytu proti trieskam firmou Jtechnik [54]</p>	malé	akceptovateľné

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 73
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

4	<p>Namontovať kryty vodiacich tyčí na oba sústruhy typu SV 18 RA a na sústruh SN 40 C. Príklad realizácie je uvedený na Obr. 25.</p>  <p>Obr. 26: Príklad realizácie krytov vodiacich tyčí firmou Jtechnik [54]</p>	malé	akceptovateľné
5	<p>Je potrebné do riadiaceho systému sústruhov SV 18 RA s inv. č. 7402 a 7403 a sústruhu SN 40 C zahrnúť SRP/CS na monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena. Stroje v súčasnosti fungujú tak, že po ich spustení sa vreteno roztočí na maximálne otáčky dané výkonom motora a prevodovkou.</p>	malé	akceptovateľné
6	<p>Namontovať mechanickú zarážku zabráňujúcu vybehnutiu koníka von z lôžka na všetky stroje, kde je to potrebné (sústruhy typu SV 18 RA a sústruh SN 40 C).</p>	malé	akceptovateľné

7	<p>Je nutné vhodne zakryť priestor určený na odvádzanie triesok a reznej kvapaliny do zbernej nádrže uvedený na obr. 16, pridaním rebrovej výstuže do žliabka nachádzajúceho sa pod krytom obdĺžnikového tvaru. Rozstup jednotlivých rebier musí byť max. 10 cm. Kryt obdĺžnikového tvaru by mal ostať na pôvodnom mieste.</p> <p>Odporúčanie: trojuholníkový kryt aj v prípade realizácie preventívneho opatrenia pripevniť s demontovateľnou väzbou fixujúcou jeho polohu (napr. pomocou skrutky alebo min. jedného pántu), aby bola zaistená jeho poloha a zachovala sa jeho odnímateľnosť, resp. celý priestor, ktorý zakrývajú oba kryty spolu, zakryť vhodne tvarovo usporobeným krytom s demontovateľným ukotvením fixujúcim polohu (napr. pomocou skrutky alebo min. jedného pántu).</p>	malé	akceptovateľné
8	Doplniť priestor odstraňovania triesok sústruhu SKIQ 20 CNC varovnými nálepkami zbytkového rizika na viditeľných miestach, aby zreteľne oboznamovali obsluhu stroja o možnom riziku plynúceho z miesta odstraňovania triesok.	malé	akceptovateľné
9	<p>Tvarovo prispôbiť prístupové miesta ku všetkým hrotovým sústruhom (drevené palety) tak, aby nevyčnievali do chodníkov medzi strojmi a nevznikalo tak nebezpečenstvo zakopnutia pracovníkov používajúcich tento chodník.</p> <p>Toto opatrenie vzhľadom na nadchádzajúcu prestavbu haly nemusí byť realizované akútne, ale malo by byť zobrať do úvahy v realizačnom projekte pre nové rozmiestnenie strojov.</p>	malé	akceptovateľné
10	Pridať do výrobnéj haly informácie upozorňujúce na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru, aby sa tak predišlo nebezpečenstvu pošmyknutia pracovníkov.	malé	akceptovateľné
11	Premiestniť skrinky s náradím inam do haly tak, aby v okolí stroja vznikla normou predpísaná šírka prístupových priechodov a to min. 800 mm.	malé	akceptovateľné

12	<p>Umiestniť tlačidlo „central stop“ na stojan obrážačky HOV 25 A do výšky min. 800 mm od zeme a na miesto, ktoré je na dosah ruky od ovládacích prvkov stroja.</p> <p>Je potrebné zviditeľniť nápis oznamujúci, že sa jedná o tlačidlo núdzového zastavenia stroja (napr. zväčšením písma).</p>	malé	akceptovateľné
13	<p>Namontovať tlačidlo núdzového odstavenia stroja "central stop" na frézku FA 4 AU, pri montáži je nutné riadiť sa pravidlami uvedenými v návrhu preventívneho opatrenia č. 12.</p>	malé	akceptovateľné
15	<p>Odporúčanie: V dohľadnom čase modernizovať prístupové schodisko, slúžiace aj ako mobilné stanovisko operátora sústruhu SKIQ 20 CNC. Aj keď súčasné schodisko nepredstavuje priamy zdroj nebezpečenstva podľa normy STN EN ISO 23125, ale pri presuve schodiska vzniká z ergonomického hľadiska neprimeraná námaha pracovníkom a môže tak spôsobiť úrazy chrbta. Je vhodné schodisko nahradiť iným, napr. z ľahkých zliatin hliníka, ktoré dosahujú dostatočnú pevnosť pri čo najmenšej hmotnosti alebo oceľovým pozinkovaným schodiskom obsahujúcim transportné kolečká na spodnom rohu schodiska, ktoré sa až po zodvihnutí protiľahlého spodného rohu schodiska dostanú do styku s podlahou.</p>  <p>Obr. 27: Aktuálne prístupové schodisko sústruhu SKIQ 20 CNC</p>		

9 VÝPOČET ŽIVOTNOSTI ELEKTRICKÝCH A ELEKTROMECHANICKÝCH SÚČIASTOK STROJOV

Výpočet životnosti je založený na norme STN EN ISO 13849-1, ktorá predstavuje novodobý prístup hodnotenia rizika strojových zariadení. Pre účel tejto diplomovej práce boli po konzultácii s firmou EBO odhadnuté potrebné parametre pre výpočet vyčerpaných cyklov jednotlivých súčiastok. Tieto boli získané z výkresovej dokumentácie (viď Príloha č. 5 a 6): Vypočítané hodnoty možno pokladať za približné, pretože sa nevedie prevádzková historia zariadení.

Stroje sú využívané na údržbu komponentov JE EBO, ktoré je možné zreparovať v areáli EBO a teda nevyžadujú odborný prístup externých firiem. Prevádzka strojových zariadení je teda neporovnateľná s prevádzkou vo výrobe, kde je zaťaženie strojov mnohonásobne vyššie.

Stroje sa využívajú zriedkavejšie ako každý druhý pracovný deň a preto odhadnutý počet prevádzkových dní d_{op} pre sústruhy bol stanovený na 100 dní/rok. Obrázka typu HOV 25 A je využívaná ešte zriedkavejšie v porovnaní so sústruhmi a preto d_{op} bol odhadnutý na 80 dní/rok. Pracuje sa na jednu pracovnú zmenu s prestávkou na obed, čiže dĺžka prevádzky h_{op} denne je 6 hodín. Doba prevádzky t_{prev} strojov je braná od generálnej opravy strojov, teda približne 15 rokov pre všetky stroje.

Stredná hodnota počtu vyčerpaných cyklov za 1 rok n_{op} boli vypočítané podľa vzorca (1), vzorec (2) udáva stredný počet vyčerpaných cyklov n_v za uplynulú dĺžku prevádzky po začiatok roka 2015 a vzorec (3) určuje stredný počet zostávajúcich cyklov n_z . Podielom zostávajúcich cyklov n_z a stredného počtu vyčerpaných cyklov za 1 rok n_{op} sme získali stredný počet zostávajúcich rokov životnosti t_z (zbytková životnosť), pri predpoklade, že podmienky prevádzky zostanú nezmenené. Hodnota B_{10d} predstavuje stredný počet cyklov, ak pri 10 % súčiastok nenastane nebezpečná porucha a bola získaná z tabuľky C.1 normy STN EN ISO 13849-1.

$$n_{op} = \frac{d_{op} * h_{op} * 3600}{t_{cycle}} \quad (1)$$

$$n_v = n_{op} * t_{prev} \quad (2)$$

$$n_z = B_{10d} - n_v \quad (3)$$

$$t_z = \frac{n_z}{n_{op}} \quad (4)$$

9.1 Sústruh SV 18 RA

Popis bezpečnostných funkcií (SRP/CS)

Stroj je vybavený bezpečnostnou funkciou núdzového zastavenia. Po stlačení tlačidla „central stop“ dôjde k zastaveniu pohybu vretena a to pomocou odpojenia kompletne elektrického napájania. Vreteno na sústruhu automaticky zapne mechanickú brzdu. Tlačidlo ostane v zablokovanej polohe a tým je zabránené opätovnému štartu strojového zariadenia. Po pootočení tlačidla „central stop“ sa tlačidlo znova dostane do otvorenej polohy a stroj je možné znova uviesť do chodu.

K danej bezpečnostnej funkcii je podľa STN EN ISO 23125 priradená požadovaná výkonnostná úroveň $PL_r = c$ (viď položka 7.8 kontrolného zoznamu podľa ISO 23125 v prílohe č. 1)

Určenie aktuálneho $MTTF_d$ pre elektrický obvod stroja

$$MTTF_{di} = \frac{t_{zi}}{0,1} \text{ rokov} \quad (5)$$

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{MTTF_{di}} = \sum_{j=1}^N \frac{n_j}{MTTF_{dj}} \quad (6)$$

$MTTF_d$ je aktuálna hodnota pre celý obvod

$MTTF_{di}, MTTF_{dj}$ je $MTTF_d$ každej komponenty, ktorá sa podieľa na bezpečnostnej funkcii

Prvý súčet sa týka oddelene každej komponenty v systéme a druhý súčet je zjednodušenie, v ktorom sú všetky súčiastky s rovnakým $MTTF_d$ zjednotené.

Tabuľka 12: Odhad MTTF_d komponentov elektrického systému pre sústruh SV 18 RA

j	Súčiastka	Jednotka n _j	MTTF _{dj} Najhorší prípad roky	1/ MTTF _{dj} Najhorší prípad 1/rok	n _j / MTTF _{dj} Najhorší prípad 1/rok
1	Stykače S1,S2,S3 a S4	4	15 230	0,000 015 230	0,000 262 639
2	Istiace relé F1, F2 a F3	3	13 180	0,000 075 872	0,000 227 617
3	Koncový spínač K1 a K2	2	2 930	0,000 341 296	0,000 682 593
4	Tlačidlo „central stop“	1	9 850	0,000 101 522	0,000 101 522
5	Tlačidlo „štart“	1	1 280	0,000 781 25	0,000 781 25
6	Tlačidlo A3	1	1 520	0,000 657 894	0,000 657 894
7	Hlavný vypínač	1	3 180	0,000 314 465	0,000 314 465
8	Odpory typ TR 136	2	603 ¹⁾	0,001 658 374	0,003 316 749
$\sum(n_j / MTTF_{dj})$					0,006 344 729
MTTF _d = 1/ $\sum(n_j / MTTF_{dj})$					157,6 rokov

1) MTTF_{dj} odporu bolo stanovené podľa tabuľky C.5, ktorá je súčasťou ISO 13849-1. Od tejto hodnoty a podľa vzťahu (5) bola odpočítaná doba prevádzky stroja (15 rokov). Zvyšné hodnoty MTTF_{dj} boli vypočítané podľa vzorca (5).

Podľa normy STN EN ISO 13849-1 kapitola 4.5.2 sa môže zohľadniť v súlade s MTTF_d maximálna hodnota 100 rokov. Podľa tabuľky 5 je aktuálny MTTF_d vysoký.

Bezpečnostný systém spadá do Kategórie 1 (viď 6.24 v STN EN ISO 13849-1), kde je maximálna dosiahnuteľná výkonnostná úroveň PL = c. V rámci tejto kategórie nie je žiadne diagnostické pokrytie (DC_{avg} = nijaké) a MTTF_d musí byť vysoký. V takýchto konštrukciách nie je zohľadnenie spoločne spôsobených porúch CCF relevantné.

Určenie aktuálneho PL

- Kategória 1
- Vysoký MTTF_d
- Nijaké DC_{avg}
- Nerelevantné CCF

Použitie týchto hodnôt v obrázku 5 normy ISO 13849-1: 2006 nám udáva výsledok PL = c. Postup stanovenia aktuálneho PL bol aplikovaný podľa Prílohy E, ktorá je súčasťou STN EN ISO 13849-2: 2013.

Tabuľka 13: Zoznam komponentov riadiaceho systému sústruhu SV 18 RA s vypočítanými hodnotami

n	Súčiastka	t_{cycle} s/cyklus	$B_{10d}^{1)}$ cyklov	n_{op} cyklov	n_v cyklov	n_z cyklov	t_z rokov
1	Stýkač typu V13C – 005, s ozn. S1, S2 (Stýkače s menovitým zaťažením) ²⁾	1 800	2 000 000	1 200	18 000	1 980 500	1 523
2	Stýkač typu VM4-014, s ozn. S3, S4 (Stýkače s menovitým zaťažením)	Vid' n=1	Vid' n=1	Vid' n=1	Vid' n=1	Vid' n=1	Vid' n=1
3	Istiace relé typ R100, s ozn. F1, F2 a F3 (Relé a stýkače relé s maximálnym zaťažením)	10 800	400 000	200	3 000	395 500	1 318
4	Koncový spínač typu 4937-422, s ozn. K1 a K2 (Výmenné spínače s malým zaťažením)	1 800	400 000	1 200	18 000	380 500	293
5	Tlačidlo typ 236 A01, červené, s ozn. CENTRAL STOP (Tlačidlá)	21 600	100 000	100	1 500	98 500	985
6	Tlačidlo typ 236 C10, zelené, s ozn. ŠTART (Tlačidlá)	3 600	100 000	600	9 000	89 500	128
7	Tlačidlo otočné typ 236 B10, čierne, s ozn. A3 (Tlačidlá)	Vid' n=6	Vid' n=6	Vid' n=6	Vid' n=6	91 000	152
8	Hlavný vypínač typ VK25 (Tlačidlá)	7 200	100 000	300	4 500	95 500	318

1) Hodnoty B_{10d} pochádzajú z tabuľky C.1 normy ISO 13849-1.

2) V zátvorke sú uvedené kategórie súčiastok podľa tabuľky C.1 uvedenej v ISO 13849-1


Výpočty

Pozri prílohu č. 3.

Poznámka: Stýkače slúžia na zapájanie a odpájanie pohonov všetkých motorov. Zabezpečujú na jednej strane klasické ovládanie stroja, ale majú aj bezpečnostnú funkciu, teda ich životnosť je znížená ich dvojakou funkciou. Preto v nasledujúcom výpočte sú od stredného počtu zostávajúcich cyklov odrátané cykly núdzového zastavenia stroja tlačidlom „central stop“ a do zbytkovej životnosti sú rovnako uvažované aj počty cyklov vyvolané núdzovým vypnutím stroja.

Núdzové vypnutie bolo uvažované okrem stýkačov, aj vo výpočtoch nasledovných súčiastok:

- Istiace relé typ R100 (F1, F2 a F3),
- Koncový spínač typu 4937-422 (K1 a K2),
- Tlačidlo typ 236 C10, zelené (ŠTART)

Str. 80	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ANALÝZA RIZIK NÁSTROJÁŘSKÉ DÍLNY	

Zhrnutie výpočtov sústruhu SV 18 RA

Výpočtami elektrických a elektromechanických komponentov sústruhu SV 18 RA bola preukázaná aktuálna výkonnostná úroveň $PL = c$, čo spĺňa požiadavky ISO 23125 pre sústruhy, ktorá stanovuje $PL_r = c$ pre bezpečnostnú funkciu núdzového zastavenia (pozri aj kontrolný zoznam v prílohe č. 1, položku 7.8).

Nakoľko oba stroje typu SV 18 RA sú identické a rovnako využívané, platia tieto výpočty rovnocenne pre oba stroje umiestnené v JE EBO. Nie je požadovaný kompletný repas stroja, iba splnenie preventívnych opatrení v kapitole 8, podľa ktorých je potrebné dorobiť krytovanie stroja, tak aby spĺňalo bezpečnostné požiadavky STN EN ISO 23125.

9.2 Obrážačka HOV 25 A

Popis bezpečnostných funkcií (SRP/CS)

Stroj je vybavený bezpečnostnou funkciou núdzového zastavenia. Po stlačení tlačidla „central stop“ dôjde k zastaveniu všetkých pohybov stroja a to pomocou odpojenia elektrického napájania. Pohyby obrážačky brzdia dobehom stroja. Tlačidlo ostane podobne ako pri sústruhoch v zablokovanej polohe a tým je zabránené opätovnému štartu strojového zariadenia. Po pootočení tlačidla „central stop“ sa tlačidlo znova dostane do otvorenej polohy a stroj je možné znova uviesť do chodu.

K uvedenej bezpečnostnej funkcii nie je podľa normy priradená v kontrolnom zozname žiadna požadovaná výkonnostná úroveň, nakoľko norma STN EN 20 0700 nezahŕňa nové bezpečnostné trendy ako norma pre sústruhy. Z tohto dôvodu je potrebné realizovať hodnotenie rizík na stroji a stanoviť požadovanú úroveň PL_r .

Stanovenie vyžadovanej výkonnostnej úrovne PL_r

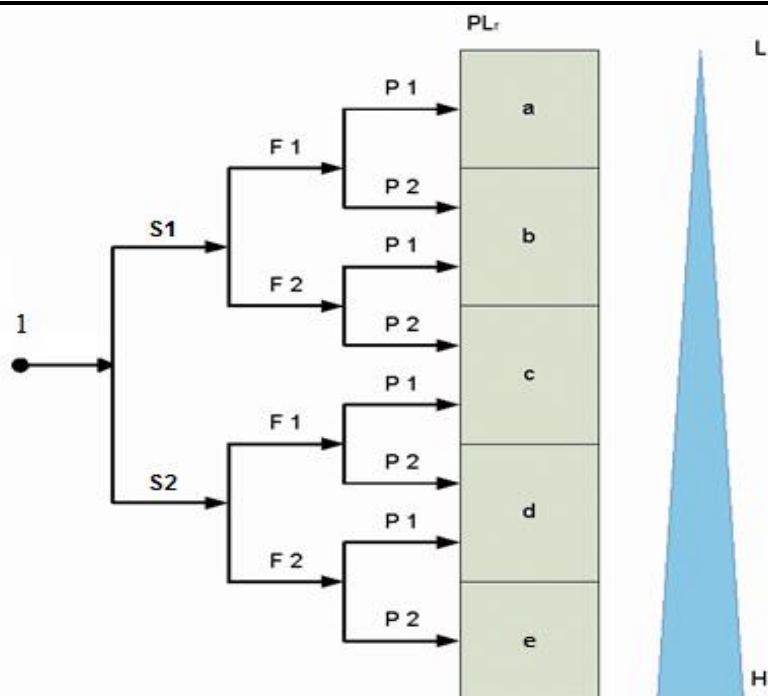
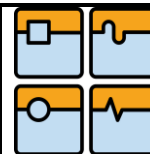
Stanovenie PL_r prebieha na základe ISO 13849-1 kapitola 4.3 a prílohy A. Vo všeobecnosti musí byť PL_r tým vyššia, čím vyššia je vyžadovaná miera zníženia rizika, ktoré zabezpečuje SRP/CS.

Pre stanovenie PL_r musia byť odhadnuté nasledovné parametre, aby podľa Obr. 27 (súčasť ISO 13849-1) mohla byť odhadnutá vyžadovaná PL_r :

- Stupeň ťažkého zranenia S1 a S2
- Frekvencia alebo trvanie ohrozenia F1 a F2
- Možnosť vyhnutia sa ohrozeniu P1 a P2

Parametre rizika: (viď Obr. 28)

- S závažnosť zranenia
- S1 ľahké (zranenie s prechodnými následkami)
- S2 ťažké (zranenie s trvalými následkami alebo smrť)
- F frekvencia alebo trvanie ohrozenia
- F1 vystavenie ohrozeniu je zriedkavé až menej časté alebo trvanie ohrozenia je krátke
- F2 frekvencia ohrozenia je častá alebo jeho čas je dlhý
- P možnosť vyhnúť sa ohrozeniu alebo obmedzenie škody
- P1 možné pri určitých špecifických podmienkach
- P2 zriedkavo možné

**Legenda:**

- 1 začiatkový bod hodnotenia bezpečnostných funkcií
- L malý vplyv na zníženie rizika
- H veľký vplyv na zníženie rizika
- PL_r vyžadovaná výkonnostná úroveň

Obr. 28: Schéma rizika na stanovenie vyžadovanej bezpečnostnej funkcie PL_r podľa ISO 13849-1 [52], [55]

Pre danú bezpečnostnú funkciu boli parametre rizika stanovené nasledovne:

- Stupeň ťažkého zranenia = S2 (ťažké zranenie), pri zlyhaní bezpečnostnej funkcie hrozia zranenia s trvalými následkami, ako hlboké rezné poranenia až amputácia horných končatín
- Frekvencia alebo trvanie ohrozenia = F1 (zriedkavé až menej časté trvanie ohrozenia), krízovým situáciám vyžadujúcim núdzové zastavenie stroja je obsluha stroja vystavená zriedkavo
- Možnosť vyhnutia sa ohrozeniu = P1 (možné pri určitých špecifických podmienkach), stroj je obsluhovaný riadne vyškoleným personálom s dlhoročnými skúsenosťami a teda je pravdepodobné, že obsluha stroja sa dokáže vynásť a v prípade vzniku nebezpečnej situácie uniknúť alebo iným spôsobom stroj odstaviť resp. vyhnúť sa nebezpečnej situácii

Po dosadení horeuvedených faktorov rizika do Obr. 27 je vyžadovaná výkonnostná úroveň PL_r daného SRP/CS stanovená na úroveň c.

Určenie aktuálneho $MTTF_d$ pre elektrický obvod stroja

Pre postup výpočtu pozri predošlý výpočet $MTTF_d$ pre sústruhy SV 18 RA a vzorce (6) a (7)

Tabuľka 14: Odhad $MTTF_d$ komponentov elektrického systému pre obrážačku HOV 25A

j	Súčiastka	Jednotka n_j	$MTTF_{dj}$ Najhorší prípád roky	$1/MTTF_{dj}$ Najhorší prípád 1/rok	$n_j/MTTF_{dj}$ Najhorší prípád 1/rok
1	Hlavný vypínač	1	4 020	0,000 248 756	0,000 248 756
2	Stykače KM1 a KM2	2	19 460	0,000 051 387	0,000 102 774
3	Istiace relé FA1	1	18 030	0,000 055 463	0,000 055 463
4	Tlačidlo „štart“	1	1 700	0,000 588 235	0,000 588 235
5	Tlačidlo „stop“	1	1 930	0,000 518 134	0,000 518 134
6	Tlačidlo „central stop“	1	16 520	0,000 060 532	0,000 060 532
7	Tlačidlo pre rýchloposuv	1	890	0,001 123 595	0,001 123 595
8	Odpory FU1,FU2,FU3,FU4 a FU5	5	603 ¹⁾	0,001 658 374	0,008 291 873
$\sum(n_j / MTTF_{dj})$					0,009 978 126
$MTTF_d = 1/\sum(n_j / MTTF_{dj})$					100,2 rokov

1) Vid' poznámka kTabuľke 8

Bezpečnostný systém patrí do Kategórie 1 (pozri výpočet životnosti elektrických a elektromechanických súčiastok strojov pre sústruh SV 18 RA). Podľa tabuľky 5 v STN EN ISO 13849-1 je $MTTF_d$ pre daný kanál vysoký.

Určenie aktuálneho PL

- Kategória 1
- Vysoký $MTTF_d$
- Nijaké DC_{avg}
- Nerelevantné CCF

Použitie týchto hodnôt v obrázku 5 normy ISO 13849-1: 2006 nám udáva výsledok $PL = c$.

Tabuľka 15: Zoznam komponentov riadiaceho systému obrázačky HOV 25 A s vypočítanými hodnotami

n	Súčiastka	t_{cycle} s/cyklus	$B_{10d}^{1)}$ cyklov	n_{op} cyklov	n_v cyklov	n_z cyklov	t_z rokov
1	Hlavný vypínač (tlačidlá)	7 200	100 000	240	3 600	96 400	402
2	Stýkače KM1 a KM2 (Stýkače s menovitým zaťažením)	1 800	2×10^6	960	14 400	1 984 700	1 946
3	Istiace relé FA1 (Relé a stýkače relé s maximálnym zaťažením)	10 800	400 000	160	2 400	396 700	1 803
4	Tlačidlo „štart“ (Tlačidlá)	3 600	100 000	480	7 200	91 900	170
5	Tlačidlo „stop“ (Tlačidlá)	Vid' n=4	Vid' n=4	Vid' n=4	Vid' n=4	92 800	193
6	Tlačidlo „central stop“ (Tlačidlá)	28 800	100 000	60	900	99 100	1 652
7	Tlačidlo pre rýchloposuv (Tlačidlá)	1 800	100 000	960	14 400	85 600	89

1) Vid' poznámku 1) k Tabuľke 9.

2) V zátvorke sú uvedené kategórie súčiastok podľa tabuľky C.1 uvedenej v ISO 13849-1.

Výpočty

Pozri Prílohu č. 4.

Niektoré komponenty elektrického systému stroja konajú dvojakú funkciu podobne ako pri sústruhoch SV 18 RA. Okrem bezpečnostnej funkcie sa podieľajú aj na bežnej prevádzke stroja. STN EN ISO 13849-1 dovoľuje zabezpečovať SRP/CS aj prevádzkové funkcie.

Dvojaká funkcia komponentov bola uvažovaná pri:

- Stýkačoch KM1 a KM2
- Istiacom relé FA1
- Tlačidle „štart“ (z dôvodu opätového štartu stroja po núdzovom vypnutí)

Zhrnutie výpočtov obrázačky HOV 25 A

Výpočtami elektrických a elektromechanických komponentov obrázačky HOV 25A bola preukázaná aktuálna výkonnostná úroveň $PL = c$, čo spĺňa stanovenú vyžadovanú úroveň $PL_r = c$.

Výpočty preukázali, že nie je potrebný kompletný repas stroja, riadiace funkcie stroja sú dostatočne bezpečné, ale je potrebné splnenie preventívnych opatrení navrhnutých v kapitole 8. Výpočtami nebolo zistené pri žiadnych elektrických a elektromechanických komponentoch presiahnutie životnosti ani neprimerane malá životnosť.

10 ZÁVĚR


Diplomová práce predkladá komplexnejší pohľad na analýzu rizík strojových zariadení. Okrem samotnej analýzy poskytuje práca prehľad európskych smerníc týkajúcich sa bezpečnosti nástrojárskej dielne, ktoré sú implementované vo vybraných krajinách Európskej únie (Slovensko, Česká republika a Nemecko). Pre tieto účely bola v kapitole 4 vykonaná rešerš legislatívnych dokumentov vzťahujúcich sa k téme diplomovej práce. Kapitola 2 popisuje aktuálny technický stav vybraných strojových zariadení a zdôvodňuje ich výber. Sú v nej zahrnuté aj technické špecifikácie strojov a všetky dostupné údaje, ktoré boli poskytnuté firmou EBO.

Jadrové elektrárne predstavujú podnik dbajúci vo veľkej miere na bezpečnosť. Existujú však organizačne podriadené subjekty na pôde JE EBO, vykonávajúce údržbársku činnosť pre EBO. Výkon ich práce a dodržiavanie bezpečnosti na pracovisku nesúvisí priamo s jadrovou bezpečnosťou a preto sa stáva, že bezpečnosť na pracovisku môže byť čiastočne zanedbaná. A práve z tohto dôvodu diplomová práca poukazuje na slabé miesta v dodržiavaní bezpečnostných požiadaviek plynúcich z európskej legislatívy a môže pomôcť zvýšiť informovanosť manažmentu a obsluhy strojov o tejto problematike. Zároveň práca hneď poskytuje návrhy riešenia.

Opierajúc sa o kapitolu 2 sú vybrané strojové zariadenia staršieho typu a budú tvoriť dielňu s novozakúpenými strojmi a teda je na mieste podrobiť ich analýze rizík, na základe ktorej sa môže zlepšiť bezpečnosť týchto strojov. Stroje staršieho typu v mnohých bodoch nespĺňajú novodobé bezpečnostné požiadavky, nie z dôvodu zlej údržby či nesprávneho prevádzkovania, ale z dôvodu pribúdajúcich požiadaviek pre konštrukčnú bezpečnosť. V súčasnosti sa konštrukčné požiadavky nových strojov riadia podľa modernizovaných štandardov, ktoré jednoznačne staršie stroje nespĺňajú.

Počas samotnej analýzy rizík boli zistené nasledovné najzávažnejšie nedostatky (pre všetky identifikované nebezpečenstvá pozri kapitolu 7.2): na sústruhoch typu SV 18 RA chýba bezpečnostná funkcia na monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena, čím nie sú splnené bezpečnostné požiadavky ISO 23125. Je potrebné tento SRP/CS domontovať, rovnako ako všetky bezpečnostné kryty (viď kapitolu 8). Z tohto hľadiska a z hľadiska nastávajúcej generálnej opravy, ktorá by mala byť vykonaná do 5 rokov, prevyšujú investičné náklady na stroj náklady na bežnú údržbu stroja, a preto je na zvážení firmy, či takéto stroje ďalej prevádzkovať. Z hľadiska potrieb firmy sú možno stroje dostatočné, pretože na ne nie sú kladené vysoké požiadavky na prevádzku, ale z hľadiska novovzniknutých požiadaviek na bezpečnosť sú stroje mierne za hranicou bezpečnosti.

Návrh riešenia prostredníctvom tejto diplomovej práce je znížiť počet hrotových vodorovných sústruhov (kvôli ich menej častému využitiu) a nahradením týchto strojov jedným novozakúpeným strojovým zariadením, spĺňajúcim nové kritéria dané smernicou 2006/42/ES pre nové stroje. Z ekonomického hľadiska je určite výhodnejšie zakúpenie jedného nového strojového zariadenia, v porovnaní s výkonom troch generálnych opráv vodorovných sústruhov typu SV 18 RA a SN 40 C. Obrázačka typu HOV 25 A by mala po splnení navrhnutých preventívnych opatrení do najbližšej generálnej opravy spĺňať bezpečnostné a kritéria a je na zvážení podľa potrieb firmy či stroj naďalej prevádzkovať. Po vzatí do úvahy malé prevádzkové vyťaženie stroja, na základe výpočtov a analýzy môže stroj aj potom bezpečne pracovať.

Str. 86	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	ZÁVĚR	

V diplomovej práci sú zapracované všetky získané údaje ku danej tematike, no treba konštatovať aj obmedzenia, ktoré sa vyskytli počas vykonávania analýzy rizík. Obmedzenia sú vzaté do úvahy rovnocenne s ostatnými faktormi, podľa ktorých prebieha návrh riešení pre zvýšenie bezpečnosti vybraných strojových zariadení. Pre zvislý sústruh typu SKIQ 20 CNC, sústruh typu SN 40 C a frézku typu FA 4 AU nie sú k dispozícii schémy elektrických zapojení a z tohto dôvodu sa nemohla kompletne vykonať celková analýza stroja zahŕňajúca aj analýzu SRP/CS častí stroja. Analýza sa preto zamerala len na kontrolu mechanických komponentov na stroji, pre ktoré boli navrhnuté adekvátne preventívne opatrenia (viď kapitola 8).

Na základe vykonaných analýz zahŕňajúcich aj výpočty SRP/CS častí stroja sa možno domnievať, že zvyšné stroje bez zložitejších riadiacich systémov, teda sústruh SN 40C a frézka FA 4 AU sú v podobnom technickom stave (z pohľadu PL) ako stroje so známou analýzou SRP/CS častí stroja (sústruhy SV 18 RA a obrábacia HOV 25 A).

Zvislý sústruh SKIQ 20 CNC obsahuje viaceré bezpečnostné funkcie (viď poznámku č. 14 v kapitole 7.3), pre ktoré je potrebné vykonať podrobnejšiu analýzu rizík zahŕňajúcu analýzu riadiacich častí stroja. Nemožno teda presne stanoviť jeho aktuálny technický stav, a preto sa odporúča vykonať v čo najkratšej dobe celkovú generálnu opravu stroja, zahŕňajúcu modernizáciu jeho CNC systémov. Táto oprava zabezpečí spoľahlivý a bezpečný chod stroja z dlhodobého hľadiska, predpokladá sa zníženie nárokov na údržbu aj energiu. Výber možnosti riešenia je na zvážení firmy, treba brať do úvahy viaceré faktory, ako je dĺžka odstávky stroja kvôli generálnej oprave, prípadný transport stroja z dôvodu realizácie opravy a ekonomické hľadisko.

11 DIPLOMARBEIT IM ÜBERBLICK AUF DEUTSCH

Einleitung

Zur Zeit stellt die Risikoanalyse weniger erforshtes Gebiet des Arbeitsschutzes dar. In Praxis kennt man viele Firmen die mit den Maschinen unternehmen und die Arbeitsbedingungen für Sicherheit sind nicht versichert (gilt vor allem in der Slowakei). Auch aus diesem Grund war das Thema Gefährdungsanalyse ausgewählt. Diese Diplomarbeit ist in der Kooperation mit slowakischen Atomkraftwerk Jaslovské Bohunice (EBO) bearbeitet. In den vorher genannten Atomkraftwerk sind mehrere Maschinen in einer Werkstatt platziert. Die Maschinenanlagen dienen nur zur Wartung des Atomkraftwerks und sind weniger als geläufigte Maschinen, welche für normale Fertigung verwendet werden. Die geringere Ausnutzung der Maschinen erlaubt nicht die Ausnahme für „schwächere“ Einhaltung von Sicherheitskriterien und deshalb werden die Maschinen der Risikoanalyse unterworfen.

Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Risikoidentifikation nach dem gültigen slowakischen legislativen Dokumenten. Ausgewertet wird sowie Hardware der Maschinenanlagen, auch die Steuerungssystem der Maschinen (die Verdrahtung der Maschine). Auf Grund dieser Auswertungen wird die ganze Maschinenanlage beurteilt und die Maßnahmen zur Risikoverminderung vorgeschlagen. Die Arbeit enthält den gesamten Lösungsvorschlag mit der Berücksichtigung von mehreren Faktoren, wie z. B. ökonomische Aspekten und die Restlebensdauer der Maschine. Diplomarbeit bietet EBO die Lösungsvarianten an, was ermöglicht der Firma die beste Variante auswählen.


Beschreibung der Werkstatt (Kapitel 2)

Slowakische Atomkraftwerke entstehen aus mehreren Atomkraftwerke, welche für Energiequelle verschiedene Energietypen benutzen (z. B. Atom-, Wasser-, Wärme-, Biomasse- und Photovoltaikkraftwerke). In der Slowakei gibt zwei Atomkraftwerke (in Jaslovské Bohunice und in Mochovce). EBO wird von zwei Blöcke gebildet (mit der Bezeichnung V1 und V2), mit dem VVER 440/V-2312 Reaktor. Heutzutage ist im Betrieb nur der Block V2, welcher zwischen Jahren 2002 und 2010 im gesamten Preis bis 500mil. Euro modernisiert war. Das Modernisationprozess hat Leistungserhöhung verursacht. [2], [3]

Beide Blöcke disponieren mit voll ausgerüsteten Werkstätten, im Betrieb steht nur die Werkstatt am Block V2. Atomkraftwerk in Mochovce (EMO) besitzt auch eine Werkstatt, wo bessere Ausrüstung gibt (Wasserstrahlsschneiden). Aus diesem Grund müssen viele Komponenten zwischen EBO und EMO transportiert werden. Deshalb wird die Werkstatt in Jaslovské Bohunice umarbeitet und modernisiert. [2], [3]

Der Umbau hat schon begonnen und beinhalten sowie die Rekonstruktion von aktueller Werkstatt, auch den Aufbau der neuen Werkstatt. Die Durchführungspläne und neue Realisationspläne sind mit dem Autorenrecht gesichert und deshalb enthält die Pläne diese Diplomarbeit nicht.

Tabelle 1 bildet die Liste von aktuellen Maschinenanlagen, welche werden auch nach der Rekonstruktion behaltet (diese sind im unteren Teil der Tabelle geschrieben). Nach der

Str. 88	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	ZUSAMMENFASSUNG	

Rekonstruktion werden manche Maschinen anders gestellt und manche Maschinen bleiben an der gleichen Stelle. Neue Zersetzung sollte besseren Zugang zu der Maschinen versichern, wobei die ergonomische Grundsätze eingehaltet werden

Liste von behalteten Maschinenanlagen:

- 2 Drehmaschinen SV 18 RA (Abbildung 2)
- Drehmaschine SN 40 C (Abbildung 3)
- Drehmaschine SKIQ 20 CNC (Abbildung 4)
- Fräsmaschine FA 4 AU (Abbildung 5)
- Stoßmaschine HOV 25 A (Abbildung 6)

Aufgabestellung (Kapitel 5)

Das Ziel der Diplomarbeit wird die Risikoanalyse für eine Werkstatt durchgeführt. Dabei sind die gültigen Gesetze und Verordnungen für den sicheren Betrieb und die Nutzung von Maschinen, technischen Anlagen, Geräten und Werkzeugen heranzuziehen. Darauf aufbauend sind eine Gefahranalyse zu erarbeiten und Maßnahmen zur Risikominderung vorzuschlagen.

1. Beschreibung der zu analysierenden Werkstatt
2. Recherche der legislativen Dokumente in Bezug auf die Sicherheit dieser Werkstatt
3. Recherche der harmonisierten Standards in Bezug auf die Sicherheit der Maschinen
4. Identifikation von Gefahren im Rahmen eine Risikoanalyse
5. Vorschlag von Maßnahmen zur Risikominderung an den ausgewählten Maschinen

Arbeitsmethodik (Kapitel 6)

Für Risikoanalyse von Maschinenanlagen war die induktive Methode, sog. „Checklist“ ausgewählt. Die Methode setzt den aktuellen Zustand mit der vorbereiteten Checklist gleich. Checklist war nach dem gültigen Normen geschrieben und enthält alle Sicherheitsanforderungen. Das Ergebniss von dieser Vergleichung ist sog. Liste der identifizierten Gefährdungen. Jeder Gefährdung wird dann als un/geeignet ausgewertet. Für alle ungeeignete Gefährdung müssen die Maßnahmen zur Risikoverminderung vorgeschlagt werden. Nach dem ALARP Regel (As Low As Reasonable Practicable) sollte das Risiko nach der Verminderung so klein wie möglich ist werden. Die restliche Gefährdung nach der Maßnahmevorschlag wird auch als un/geeignet ausgewertet. [44]

Die für Drehmaschinen geeignete Norm ISO 23125, enthält auch die Sicherheitsanforderungen, welche sich aus der Steuerungsbeschädigung ergeben. Diese Anforderungen bestimmt sog. erforderte Leistungsebene (Required Performance Level - PL_r) für einzelne Sicherheitskomponenten der Steuerungssystem (SRP/CS). Die Sicherheitsbauelemente, welche in Steuerungssystem installiert sind, werden nach dem ISO 13849-1 und 13849-2 ausgewertet. Mit der Hilfe von Berechnung bestimmt man am Anfang

die aktuelle mittlere Betriebsdauer bis zum Ausfall $MTTF_d$, dann wird das Sicherheitssystem zur angehörigen Kategorie nach der Norm ISO 13849-1, Kapitel 6.2 zugeordnet. Die Bestimmung der passenden Kategorie hat Einfluss auch auf die Leistungsniveau (Performance Level). Daraus ergibt sich, daß die Kategoriebestimmung eine Grundcharakteristik für Entwurf und Auswertung der Sicherheitssysteme ist. Der aktuelle Wert von $MTTF_d$ wird aufgrund der Formeln und Grundsätze der Anhänge C und D des ISO 13849-1 bestimmt. Am Ende der Berechnungen wird aktueller PL des gegebenen SRP/CS nach ISO 13849-2: 2013, Anhang E ausgerechnet. Die aktuelle Leistungsniveau wird mit der erforderlichen Leistungsniveau verglichen, woraus ergibt sich, ob die gegebene Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerungssystem die erforderliche Leistungsniveau erfüllt. Wie oben beschrieben war, die Norm ISO 13849-1: 2006 ist in einer Beziehung nur mit Drehmaschinen, deshalb wird für die Stoßmaschine HOV 25 A die erforderliche Leistungsniveau PL_r nach dem Anhang A dieselber Norm bestimmt. Dieser Wert wird dann mit aktuellen Wert von PL verglichen.


Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit liegt einen komplexen Anblick auf die Gefährdungsanalyse vor. Außer der alleinigen Analyse bietet diese Arbeit den Überblick der europäischen Richtlinien in Bezug auf die Sicherheit der Werkstatt an. Diese Richtlinien werden auch in der ausgewählten Staaten (die Slowakei, tschechische Republik und Deutschland) implementiert.

Kapitel 2.1 beschreibt der aktuellen technischen Zustand der ausgewählten Maschinen und begründet die Auswahl dieser Maschinen. Diese Kapitel enthält auch technische Spezifikationen und alle erreichbare Informationen zu der Maschinen, welche EBO eröffnete. In der Kapitel 3 sind die Definitionen von meistens benutzte Hauptbegriffe (z. B.: Risiko, Risikoanalyse, Maschinenanlage, Arbeitnehmer, Arbeitgeber, Gefährdungszone usw.) beschrieben. Das Ziel der folgenden Kapitel 4 wird Recherche der legislativen Dokumente in Bezug auf die Sicherheit dieser Werkstatt durchgeführt, erstens im Europäischen Union (Kapitel 4.1), wo sind die europäische Richtlinien beschrieben. Anschließend werden die Legislativen in der Slowakei, in der tschechischen Republik und in Deutschland zusammengefasst. Es gibt eine Pflicht von allen Mitgliedsstaaten, um die europäischen Richtlinien ins Staatsrecht zu implementieren. Kapitel 7.2 enthält Listen der identifizierten Gefährdungen, welche in der Kapitel 7.3 beschrieben werden. Die Kapitel 8 stellt den Vorschlag der Maßnahme für Risikoverminderung dar. Die Lebensdauerberechnung der elektrischen und elektromechanischen Komponenten befindet sich in der Kapitel 9. In der Anhänge sind alle gebildete Checkliste und Lebensdauerberechnungen beigelegt.

Atomkraftwerk beachtet in großen Maß an die Sicherheit. Es gibt aber die organisationsnachgeordnete Subjekte in EBO, welche die Wartung ausüben. Die Wartungsausübung hat nicht direkten Einfluss auf die Kernsicherheit und deshalb kann die Sicherheit auf dem Arbeitsort teilweise vernachlässigt werden. Aus diesem Grund verweist diese Diplomarbeit auf schwachen Seiten der Einhaltung der legislativen Dokumente in Bezug auf die Sicherheit der Werkstatt und kann die Informiertheit der Arbeitnehmer verbessern. Diese Arbeit bietet gleich die Lösungsvorschläge an.

Wie in Kapitel 2 beschrieben ist, sind die ausgewählte Maschinen älter und werden in einer Werkstatt mit neugekauften Maschinen platziert. Deshalb werden die Maschinen der Risikoanalyse untergezogen. Heutzutage sind die Konstruktionsanforderungen der neuen

Str. 90	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	ZUSAMMENFASSUNG	

Maschinen nach der modernisierten Standards entworfen und deshalb erfüllen die älteren Maschinen häufig nicht die gegenwärtigen Sicherheitsanforderungen.

Durch der gesamten Risikoanalyse waren folgende wichtigste Defekte ermittelt (für alle identifizierte Gefährdungen siehe Kapitel 7.2): an den Drehmaschinen SV 18 RA fehlt die Sicherheitsfunktion für die Überwachung der maximalen Spindelarbeitgeschwindigkeit, wodurch sind nicht die Sicherheitsanforderungen nach der Norm ISO 23125 erfüllt. Es ist benötigt die Maschine mit diesem SRP/CS nachrüsten, sowie auch mit der Sicherheitsabdeckung (Kapitel 8). Aus diesem Grund und aus dem Grund der Generalreparatur, welche sollte bis 5 Jahren realisiert werden, sind die Wartungskosten größer als die normale Betriebskosten und die Firma sollte den weiteren Betrieb dieser Maschinen bedenken. In Bezug auf die Anforderungen von EBO sind diese Maschinen genügend, aber in Bezug auf neue Sicherheitsbedingungen sind die Maschinen knapp hinter der Grenze der Lebensdauer.

Der Lösungsvorschlag mittels dieser Diplomarbeit ist, um die Drehmaschinenanzahl zu vermindern (wegen niedere Ausnutzung) und diese Maschinen mit einer neuen CNC Drehmaschine zu ersetzen. Wirtschaftlich ist es bestimmt günstiger, um eine neue Maschine zu kaufen, als drei älteren Maschinen (zwei Drehmaschinen SV 18 RA und eine SN 40 C) zu reparieren. Die Stoßmaschine HOV 25 A sollte nach Erfüllung der vorgeschlagenen Maßnahmen bis nächster Generalreparatur die Sicherheitsanforderungen erfüllen. Unter Berücksichtigung der kleinen Betriebsauslastung der Maschine, basierend auf Berechnungen und Risikoanalyse kann die Maschine auch weiter sicher arbeiten.


Diese Diplomarbeit enthält alle gewonnene Angaben in Bezug auf das Thema dieser Arbeit, aber es erschien sich auch die Einschränkungen, damit die Diplomarbeit gearbeitet musste. Es sind keine Schaltpläne für die Vertikaldrehmaschine SKIQ 20 CNC, Drehmaschine SN 40 C und für die Fräsmaschine FA 4 AU verfügbar, wodurch konnte nicht die Analyse der SRP/CS Teile der Maschine durchgeführt werden. Die Risikoanalyse konzentrierte sich daher nur auf die Kontrolle der mechanischen Komponenten (Kapitel 7).

Auf Grund der ausgeführten Risikonalysen und Berechnungen des SRP/CS kann man vermuten, daß die andere Maschinen (konkret die Drehmaschine SN 40 C und die Fräsmaschine FA 4 AU) ohne CNC Steuerung haben ähnlichen technischen Zustand des SRP/CS als die Maschinen mit bekannter Risikoanalyse des SRP/CS (Drehmaschinen SV 18 RA und Stoßmaschine HOV 25 A).

Vertikaldrehmaschine SKIQ 20 CNC enthält mehrere Sicherheitsfunktionen (siehe die Anmerkung Nr. 14, Kapitel 7.3). Für diese Sicherheitssysteme ist es notwendig die komplette Risikoanalyse durchzuführen. Es ist nicht möglich den aktuellen technischen Zustand dieser Drehmaschine zu bestimmen und es wird daher empfohlen die Gesamtüberholung (einschließlich der Steuerungssystemmodernisation) der Maschine vollzuführen. Diese Gesamtüberholung verisichert den zuverlässigen und sicheren Betrieb auf lange Sicht. Die Verminderung der Energiekosten und Wartungsaufwand werden erwartet. Die Lösungsauswahl muss die Firma berücksichtigen, weil man mehrere Faktoren wie z. B. Transport der Maschine bei der Überholung oder wirtschaftliche Aspekte beurteilen muss.


ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Slovenské elektrárne. 2004. *Jaslovské Bohunice* [online]. Jaslovské Bohunice [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://web.jaslovskebohunice.sk/view.php?cislocianku=2004111908>
- [2] Slovenské elektrárne. 2004. *Enel Slovensko* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.seas.sk/>
- [3] Jaslovské Bohunice. 2012. *Z histórie atomky* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.jaslovskebohunice.sk/sk/Obec/Historia/Historia-obce-pohladom-Petra-Celigu/Z-historie-atomky.html>
- [4] Soustruh SV18 RA. 2010. *Tumlikovo* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/rubriky/stroje-2/soustruh/sv18/>
- [5] TOS TRENČÍN. 1980. *Manuál ku stroju SV18 RA*. Trenčín.
- [6] Modulové, Diametral Pitch a Circular pitch závit. 2012. *Tumlikovo* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/modulove-diametral-pitch-a-circular-pitch-zavity/>
- [7] *Univerzálny hrotový soustruh SN 40 C*. 1981. Trenčín: TRENS.
- [8] SKIQ 20 CNC. 2010. *Usetec* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.usetec.com/en/datasheet/usetec/1124-1022_TOS+-+HULIN-SKIQ+20+CNC+%28C-Achse%29.pdf
- [9] *Technický pasport frézok*. 1978. Trenčín: TOS Trenčín.
- [10] 1971. *Senkrechsstossmaschine HOV 25*. Berlin, s. 114.
- [11] WAHO [online]. 2005. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.waho.osbs.de/detail_ag.php?id=1821&sid=01be7b619993ab7373cbe6fa0eed815e
- [12] Čo je analýza rizík? 2003. In: *ČASOPIS FOOD TODAY* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/article/sk/1/37/artid/analyza-rizik/>
- [13] Definície - Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci. 2010. *OSHA* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/sk/topics/riskassessment/definitions>
- [14] Riziko. 2008. *TUKE* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fweb.tuke.sk%2Fflf-klp%2FFKandrac%2520Peter%2FFMLPB%2FTema%2520c.7%2520Bezpecnost%2520LP-externe%2520studium%2FRiziko.docx&ei=u4tQVdXOG8qTsAHn0oGQDQ&usq=A>

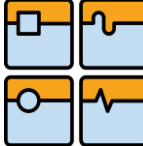
Str. 92	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	

FQjCNFIJ5WoXtP0juTigsqnREHfKKSibA&sig2=nyo1h-MOU_7hTPFP9cdJNA&bvm=bv.92885102,d.bGg

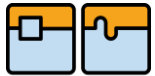

- [15] *SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2006/42/ES*. 2006. Dostupné také z: http://www.tsup.sk/files/42_2006.pdf
- [16] *124 Zákon z 2. februára 2006 o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov*. 2006.
- [17] *SMERNICA RADY z 12. júna 1989 o zavádzaní opatrení na podporu zlepšenia bezpečnosti a ochrany zdravia pracovníkov pri práci (89/391/EHS)*. 2008.
- [18] *SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2009/104/ES zo 16. septembra 2009 o minimálnych požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovných prostriedkov pracovníkmi pri práci (druhá samostatná smernica v zmysle článku 16 ods. 1 smernice 89/391/EHS)*. 2009.
- [19] *ECB: Zmluva o Európskej únii a Zmluva o fungovaní Európskej únie* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/1341/1342/html/index.sk.html>
- [20] *EUROPA - Zmluvy EÚ* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://europa.eu/eu-law/decision-making/treaties/index_sk.htm
- [21] *EUR - Lex: Prístup k právu Európskej únie* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:01989L0391-20081211>
- [22] *Rámcová smernica BOZP: Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci - EU - OSHA* [online]. 2013. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/sk/legislation/directives/the-osh-framework-directive>
- [23] *Národný inšpektorát práce: Právne predpisy EÚ v oblasti BOZP* [online]. 2011. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.safework.gov.sk/?id_af=211&ins=nip
- [24] *Eur - Lex: Znenie smernice 2009/104/ES v jazykoch členských štátov* [online]. 2011. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/search.html?qid=1428411946809&text=2009/104/ES&scope=EURLEX&type=quick&lang=sk>
- [25] *SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2009/104/ES zo 16. septembra 2009 o minimálnych požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovných prostriedkov pracovníkmi pri práci (druhá samostatná smernica v zmysle článku 16 ods. 1 smernice 89/391/EHS)*. 2009. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0104&rid=1>
- [26] *SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2006/42/ES zo 17. mája 2006 o strojových zariadeniach a o zmene a doplnení smernice 95/16/ES (prepracované znenie)*. 2006. Dostupné také z: http://www.tsup.sk/files/42_2006.pdf
- [27] *TECHNICKÝ SKÚŠOBNÝ ÚSTAV PIEŠŤANY*. 2010. *Rozsah pôsobnosti smernice*

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 93
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	

- 2006/42/EC [online]. Piešťany [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.tsu.sk/sys_files/syst_clanky/file/34-007_ing.kuruc,csc.,_rozsah_posobenia_smernice,piestany,_2010.pdf. Prednáška. Technický skúšobný ústav Piešťany.
- [28] *SMERNICA RADY 95/63/ES z 5. decembra 1995, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 89/655/EHS o minimálnych požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri používaní pracovných prostriedkov pracovníkmi pri práci: (druhá samostatná smernica v zmysle článku 16 ods. 1 smernice 89/391/EHS)*. 1995.
- [29] *OSH: What is Occupational Safety and Health – Introduction, History and Meaning* [online]. 2014. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.oshknow-how.com/occupational-safety-and-health-history-and-meaning/>
- [30] *Európske smernice: Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci - EU - OSHA* [online]. 2012. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/sk/legislation/directives>
- [31] Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci. 2014. *Ministerstvo práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky* [online]. (1) [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.mojmirklas.cz/products/seznam-predpisu-platnych-v-oblasti-bozp-ve-slovenske-republice-k-1-11-2014/>
- [32] MINISTERSTVO ŠKOLSTVA SR. 2006. *Metodická pomôcka k novému zákonu NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov a zákonu NR SR č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov* [online]. Bratislava [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <https://www.minedu.sk/data/att/441.pdf>. Metodická pomôcka. Ministerstvo školstva SR.
- [33] Novela zákona č. 124/2006 Z. z. 2013. *Národný inšpektorát práce* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.safework.gov.sk/?id_af=312
- [34] *154 ZÁKON z 23. mája 2013, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony*. 2013.
- [35] Přehled právních předpisů a legislativy v oblastech BOZP, ADR, PO a ŽP. 2013. *Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu, o. s.* (1). Dostupné také z: <http://www.cztpis.cz/files/2013/10/P%C5%99ehled-pr%C3%A1vn%C3%ADch-p%C5%99edpis%C5%AF-a-legislativy-v-oblastech-BOZP-ADR-PO-a-%C5%BDP.pdf>
- [36] FEDERACE VÝKONNÝCH ZAMĚSTNANCŮ ČESKÉ REPUBLIKY. 2011. *Legislativa – právo BOZP* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.fvzcr.cz/legislativa-2/legislativa-pravo-bozp/>
- [37] *Sbírka zákonu, Česká Republika*. 2001. Dostupné také z: http://preventa.schneider-electric.cz/data/pdf/smernice/378_2001.pdf

Str. 94	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	

- [38] 309/2006 Sb. ZÁKON ze dne 23. května 2006, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). 2006. Dostupné také z: https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/training/309_2006.pdf
- [39] ARBEITSSCHUTZ. 2014. *Arbeitsschutzgesetze und Arbeitssicherheit: Das Arbeitsschutzgesetz in der Übersicht* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.arbeitsschutzgesetze.com/>
- [40] *Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. ProdSV)*. 1993. Dostupné také z: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gsgv_9/gesamt.pdf
- [41] *Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG)*. 1996. Dostupné také z: <http://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/BJNR124610996.html>
- [42] *Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes: (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)*. 2002. Dostupné také z: <http://www.iqo.uni-hannover.de/fileadmin/institut/pdf/job%20security/BetriebssicherheitsVO.pdf>
- [43] PREHLAD A STRUČNÝ POPIS POUŽÍVANÝCH METÔD ANALÝZY RIZIKA. 2009. In: *FSI - UNIZA* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://fsi.uniza.sk/kkm/old/publikacie/kp/kp_kap_8.pdf
- [44] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2007. *METODICKÝ POKYN odboru environmentálních rizik Ministerstva životního prostředí pro zpracování zprávy o posouzení bezpečnostní zprávy podle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií* [online]. Praha [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: https://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CC8QFjAC&url=http%3A%2F%2Fkrizport.firebrno.cz%2Ffile%2F157_1_1%2F&ei=W6VQVeqVAsWQsgHLmYBw&usq=AFQjCNH01GqaynU2gmj0oj3pkQXLFIIZE_A&sig2=7uIWNgpAIfs16E9IWs3ftg&bvm=bv.92885102,d.bGg
METODICKÝ POKYN. Ministerstvo životního prostředí.
- [45] *Risk Identification* [online]. 2011. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.cin.ufpe.br/~if717/Pmbok2000/pmbok_v2/wbs_11.2.html
- [46] *STN EN ISO 23125. Obrábacie stroje - Bezpečnosť - Sústruhy*. 2010. Bratislava: Úrad pre technickú normalizáciu.
- [47] *STN EN ISO 23125 ZMENA A1. Obrábacie stroje - Bezpečnosť - Sústruhy*. 2013. Bratislava: Úrad pre technickú normalizáciu.

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 95
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	

- [48] Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci sa týka každého: Základy posudzovania rizík. 2007. OSHA [online]. (1) [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: https://osha.europa.eu/sk/publications/promotional_material/rat2007
- [49] STN 20 0711. Obrábacie stroje na kovy. Bezpečnostné požiadavky na frézovačky. 1989. Bratislava: Úrad pre technickú normalizáciu.
- [50] STN 20 0713. Obrábacie stroje na kovy. Bezpečnostné požiadavky na obrázačky. 1989. Bratislava: Úrad pre technickú normalizáciu.
- [51] STN 20 0700. Obrábacie stroje na kovy. Bezpečnostné požiadavky na obrábacie stroje na kovy: Spoločné ustanovenia. 1989. Bratislava: Úrad pre technickú normalizáciu.
- [52] STN EN ISO 13849-1. Bezpečnosť strojov: Bezpečnostné časti riadiacich systémov strojov. Časť 1: Všeobecné zásady navrhovania. 2008. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie.
- [53] STN EN ISO 13849-2. Bezpečnosť strojov: Bezpečnostné časti riadiacich systémov strojov. Časť 2: Hodnotenie. 2013. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie.
- [54] Jtechnik. 2014. Bezpečnostné kryty [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <http://jtechnik.sk/bezpecnostne-kryty/>
- [55] Health – Safety – Environment. Fiwa Group [online]. 2013 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.fiwagroup.com/health-safety-environment.html>

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, OZNAČENÍ A VELIČÍN

Zoznam použitých skratiek a označení

1	začiatkový bod hodnotenia bezpečnostných funkcií
a,b,c,d,e	označenie výkonnostnej úrovne
A3	označenie otočného tlačidla na sústruhoch typu SV 18 RA
AE	atómová elektráreň
ALARP	Princíp znižovania rizika na najmenšiu možnú hranicu (As Low As Reasonable Practicable)
atď.	a tak ďalej
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
BRD	spolková republika Nemecko (Bundesrepublik Deutschland)
CCF	spoločne spôsobené poruchy (common cause failure)
CNC	číslicové riadenie (Computer Numerical Control)
č.	číslo
čl.	článok
d	dĺžka
D.P.	diametral pitch
DC _{avg}	priemerné diagnostické pokrytie (average diagnostic coverage)
EBO	elektrárne Bohunice
EHS	Európske hospodárske spoločenstvo
ES	Európske spoločenstvá
EÚ	Európska únia
F	frekvencia alebo trvanie ohrozenia
F1	vystavenie ohrozeniu je zriedkavé až menej časté
F1,F2,F3	označenie istiacich relé na sústruhoch typu SV 18 RA
F2	frekvencia ohrozenia je častá alebo jeho čas je dlhý
FA1	označenie istiaceho relé na obrážačke HOV 25 A
FU1,FU2,FU3,FU4,FU5	označenie odporov v elektrickom obvode obrážačky HOV 25 A
H	veľký vplyv na zníženie rizika
ILO	Medzinárodná organizácia práce (International Labour Organization)
inv. č.	inventárne číslo
JE EBO	Jadrové elektrárne Bohunice
K1,K2	označenie koncových spínačov na sústruhoch typu SV 18 RA
KM1, KM2	označenie stykačov na obrážačke HOV 25 A
L	malý vplyv na zníženie rizika


max.	maximálne
min.	minimálne
napr.	napríklad
NC	číslicové riadenie (numerical control)
NR SR	Národná rada Slovenskej Republiky
Obr.	obrázok
ods.	odsek
OSHA	Agentúra zaoberajúca sa bezpečnosťou a zdravím pri práci (Occupational Safety and Health Administration)
P	možnosť vyhnúť sa ohrozeniu alebo obmedzenie škody
P1	vyhnúť sa ohrozeniu je možné pri určitých podmienkach
P2	vyhnúť sa ohrozeniu je zriedkavo možné
písm.	písmeno
PL	výkonnostná úroveň (performance level)
PL _r	vyžadovaná výkonnostná úroveň
resp.	respektíve
S	závažnosť zranenia
S1	ľahké zranenie s prechodnými následkami
S1,S2,S3,S4	označenie stykačov na sústruhoch typu SV 18 RA
S2	ťažké zranenie s trvalými následkami alebo smrť
Sb.	zbierka zákonov (sbírka)
SEAS	Slovenské elektrárne
SR	Slovenská Republika
SRP/CS	bezpečnostné časti riadiacich systémov (safety related part of control system)
STN	Slovenská technická norma
š	šírka
USA	Spojené štáty Americké (United States of America)
V1, V2	označenie blokov v elektrárnach Bohunice
VVER	vodo-vodný energetický reaktor
Z. z.	zbierka zákonov

Zoznam použitých veličín

B_{10d}	počet cyklov, ak nenastane pri 10 % súčiastok nebezpečná porucha
d_{op}	stredná hodnota prevádzky v dňoch za rok
h_{op}	stredná hodnota prevádzky v hodinách za deň
$MTTF_d$	stredný čas do nebezpečnej poruchy (mean time to dangerous failure)
n_j	počet identických komponent v systéme
n_{op}	stredný počet vyčerpaných cyklov za 1 rok
n_v	stredný počet vyčerpaných cyklov
n_z	stredný počet zostávajúcich cyklov
t_{cycle}	stredná hodnota času medzi začiatkom dvoch cyklov súčiastky idúcich po sebe v sekundách za cyklus
t_{prev}	celková hodnota prevádzky strojového zariadenia v rokoch
t_z	stredný počet zostávajúcich rokov životnosti

ZOZNAM OBRÁZKOV


Obr. 1: Jadrová elektrárň Bohunice, bloky V1 a V2, na Slovensku [1]	12
Obr. 2: Univerzálny hrotový sústruh SV18 RA s inv. č. 7403 inštalovaný v JE EBO (pred rekonštrukciou)	16
Obr. 3: Univerzálny hrotový sústruh SN 40 C inštalovaný v JE EBO (pred rekonštrukciou).....	18
Obr. 4: Karusel typu SKIQ 20 CNC B inštalovaný v JE EBO (pred rekonštrukciou)	20
Obr. 5: Frézka typu FA 4 AU inštalovaná v JE EBO (pred rekonštrukciou)	22
Obr. 6: Obrážačka typu HOV 25 inštalovaná v JE EBO (pred rekonštrukciou)	24
Obr. 7: Príklad ručne ovládaného sústruhu s vodorovným vretenom [46].....	45
Obr. 8: Príklad ručne ovládaného sústruhu s obmedzeným NC vybavením [46]	46
Obr. 9: Príklad veľkého zvislého NC sústruhu s operačnou pracovnou plošinou [46]	47
Obr. 10: Príklad viacvretenového NC automatického sústruhu s posuvom tyče s druhým nosičom pre protivretená [46].....	48
Obr. 11: Sústruh SV 18 RA s inv. číslom 7402, umiestnený v EBO na bloku V2.....	49
Obr. 12: Chýbajúci kryt sklúčovadla a absencia predného krytu proti trieskam, vymršteniu chladiča a triesok smerom k operátorovi	58
Obr. 13: Zadný kryt nie je dostatočne upevnený ku stroju.....	59
Obr. 14: Chýbajúce kryty vodiacich tyčí na sústruhu SV 18 RA inštalovaného v EBO	60
Obr. 15: Chýbajúca mechanická záležka, zabráňujúca vybehnutiu koníka von z lôžka	61
Obr. 16: Nedostatočné zakrytie nebezpečných častí zberu triesok, hrozí riziko prepadnutia	62
Obr. 17: Priestor zberu triesok, pomocou vibračných kanálov (absentujúce výstražné značenie zbytkového rizika).....	63
Obr. 18: Nebezpečenstvo zakopnutia o prístupové plochy ku stroju	64
Obr. 19: Zmenšený prístupový priechod k obrážačke	65
Obr. 20: Tlačidlo „central stop“ a jeho umiestnenie.....	66
Obr. 21: Frézka bez tlačidla „central stop“	67
Obr. 22: Sústruh SKIQ 20 CNC s pohyblivými krytmi s blokováním v aktívnej polohe	68
Obr. 23: Príklad ochranného krytu od firmy Jtechnik, zaoberajúcou sa krytovaním starších strojov [54].....	70
Obr. 24: Príklad realizácie zadného krytu firmou Jtechnik [54]	71

Str. 100	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	SEZNAM OBRÁZKŮ	

Obr. 25: Příklad realizácie predného krytu proti trieskam firmou Jtechnik [54].....	72
Obr. 26: Příklad realizácie krytov vodiacich tyčí firmou Jtechnik [54]	73
Obr. 27: Aktuálne prístupové schodisko sústruhu SKIQ 20 CNC	75
Obr. 28: Schéma rizika na stanovenie vyžadovanej bezpečnostnej funkcie PL_r podľa ISO 13849-1 [52], [55].....	82

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Súčasný strojné vybavenie mechanickej dielne bloku V2 v JE EBO	14
Tabuľka 2: Prehľad veľkostí a skupín sústruhov [46]	44
Tabuľka 3: Prehľad prevádzkových režimov na sústruhoch podľa jednotlivých skupín [46]	44
Tabuľka 4: Zoznam identifikovaných nezhôd pre sústruh SV 18 RA s inv. č. 7402	50
Tabuľka 5: Zoznam identifikovaných nezhôd pre sústruh SV 18 RA s inv. č. 7403	51
Tabuľka 6: Identifikované nezhody pre sústruh typu SN 40 C	53
Tabuľka 7: Identifikované nezhody pre sústruh typu SKIQ 20 CNC	54
Tabuľka 8: Identifikované nebezpečenstvá pre obrázačku HOV 25 A a frézku typu FA 4 AU	56
Tabuľka 9: Pomocná tabuľka pre posudzovanie rizika [48]	57
Tabuľka 10: Popis a fotografická dokumentácia identifikovaných nebezpečenstiev na vybraných strojových zariadeniach	58
Tabuľka 11: Návrh preventívnych a odporučených opatrení	70
Tabuľka 12: Odhad MTTF _d komponentov elektrického systému pre sústruh SV 18 RA	78
Tabuľka 13: Zoznam komponentov riadiaceho systému sústruhu SV 18 RA s vypočítanými hodnotami	79
Tabuľka 14: Odhad MTTF _d komponentov elektrického systému pre obrázačku HOV 25A	83
Tabuľka 15: Zoznam komponentov riadiaceho systému obrázačky HOV 25 A s vypočítanými hodnotami	84

Str. 102	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	
	PŘÍLOHY	

ZOZNAM PŘÍLOH

- Príloha 1:** Zoznam kontrolných požiadavok pre sústruhy podľa STN EN ISO 23125 aplikovaný na vybrané strojové zariadenia
- Príloha 2:** Zoznam kontrolných požiadavok pre obrábacie stroje na kovy podľa STN EN 20 0700, STN 20 0711 a STN 20 0713 aplikovaný na vybrané strojové zariadenia
- Príloha 3:** Výpočet zbytkovej životnosti komponentov na sústruhoch SV 18 RA
- Príloha 4:** Výpočet zbytkovej životnosti komponentov na obrázačke HOV 25A
- Príloha 5:** Elektrická schéma sústruhu SV 18 RA
- Príloha 6:** Elektrická schéma obrázačky HOV 25 A

PRÍLOHY

Príloha 1: Zoznam kontrolných požiadavok pre sústruhy podľa STN EN ISO 23125 aplikovaný na vybrané strojové zariadenia

Kontrolný zoznam pre sústruhy podľa STN EN ISO 23125					
Bezpečnostné požiadavky	Typ stroja				Poznámky
	SV 18 RA (7402)	SV 18 RA (7403)	SN 40 C	SKIQ 20 CNC	
	Ne/splnené	Ne/splnené	Ne/splnené	Ne/splnené	
1 Všeobecné požiadavky					
Zóna okolo strojov je ohraničená ohradou	✓	✓	✓	✓	
- Kryty tejto ohrady sú pevne ukotvené k zemi	✓	✓	✓	✓	
- Kryty ohrady majú výšku aspoň 1,4 m	✓	✓	✓	✓	
- Otvory medzi spodným okrajom krytu ohrady a podlahou neprekračujú 300 mm	✓	✓	✓	✓	
Pohony a prístup k mechanickým silovým prevodom sú zakrytované pevnými krytmi, tak aby boli úplne zakryté (tj. reťaze a reťazové kolesá, vodiace skrutky, posuvové a guľčkové skrutky)	✓	✓	✓	✓	
Pre kryty s blokovaním	✗	✗	✗	✓	
- Pohyblivé kryty musia byť s blokovaním s alebo bez uzamykania krytu podľa ISO 14119 aby zabránili prístupu k nebezpečným pohybom stroja. Výber blokovacích zariadení musí byť podľa ISO 14113:1998, kapitola 7	✗	✗	✗	✓	
- Závada v blokovacom zariadení, tj. funkčná a/alebo v zapojení, musí vyústiť v kategórii 1 zastavenie stroja podľa IEC 60204-1:2009, 9.2.2	✗	✗	✗	✓	
- Pre požiadavky týkajúce sa bezpečnostných funkcií blokovacieho zariadenia spojeného s pohyblivými krytmi vid' 7.1)	✗	✗	✗	✓	
2 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí					
2.1 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí pre SKUPINU 1					
Stroj je vybavený krytom skľúčovadľa pre zamedzenie alebo obmedzenie prístupu k rotujúcemu upínaciemu zariadeniu obrobku	⊖	⊖	✓	✗	1
Kryt skľúčovadla je s blokovaním pohonu vretena (vid' 7.1)	⊖	⊖	⊖	✗	
- Kryt skľúčovadľa svojou šírkou zakrýva celú dĺžku telesa skľúčovadľa a dočiahne k najkrajnejším častiam bežných čelostí skľúčovadľa (vyčnievajúca časť obrobku nemusí byť zakrytá)	⊖	⊖	✓	✗	
- Kryt je umiestnený blízko osy upínacieho zariadenia obrobku	⊖	⊖	✓	✗	
Stroj je vybavený zadným krytom proti trieskam alebo je vyhradená plocha pre tento účel, ktorá je ohradená ohradou	✓	✓	✓	✗	2
- Kryt je prichytený ku stroju a presahuje dĺžku priestoru obrábania, alebo pri väčších sústruhoch je prichytený k sedátku tak, aby jeho šírka bola rovnaká ako šírka sedátka	⊖	⊖	⊖	✗	
Stroj je vybavený predným krytom proti trieskam proti vymršteniu chladiwa a triesok smerom k operátorovi	⊖	✓	⊖	✗	3

- Šírka tohto krytu je minimálne rovná šírke jeho sedátka	⊖	✓	⊖	✗	
- Tam kde kryt nepresahuje od konca pracovného vretena k prednej časti konika, ak je koník na konci lôžka, je kryt nastaviteľný pozdĺž osy Z (môže byť pripevnený aj k sedátku)	⊖	⊖	⊖	✗	
Ak zadný kryt vretena umožňuje prístup k prevodovej skrini, je tento kryt uzamykateľný a s blokovaním otáčania vretena	✗	✗	✗	✗	
Vodiace skrutky a posuvové hriadele sú zakrytované alebo sú v bezpečnej polohe	⊖	⊖	⊖	✗	4
Všetky ovládacie zariadenia neumožňujú neočakávané operácie (napr. dvojčinné zariadenie, alebo zakryté tlačidlo)	✓	✓	✓	✗	
Konštantná povrchová rýchlosť nesmie byť spustená, pokiaľ max. pracovná rýchlosť vretena nebola do stroja vložená a strojom registrovaná. Je požadované monitorovanie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena vid' 7.5. Výrobca stroja musí uviesť v návode pre použitie bezpečné cesty k nastaveniu maximálnej pracovnej rýchlosti vretena. Tieto môžu zahŕňať obmedzený priebeh zrýchlenia, systémy určenia alebo automatické rozpoznávanie nevyváženosti. Ak je stroj vypnutý, musí byť nastavenie maximálnej pracovnej rýchlosti vretena zrušené	⊖	⊖	⊖	✗	5
Aktivácia posuvu pre interpoláciu osí je umožnená len v 1 osi pozdĺž hlavnej osi a nesmie dovoliť automatický spätný pohyb	✓	✓	✓	✗	
Rýchloposuv je obmedzený na - 6m / min pre malé stroje, a - 10 m /min pre veľké sústruhy	✗	✗	✗	✗	
Je zabezpečené, aby koník nebol neúmyselne vytiahnutý von z lôžka	⊖	⊖	⊖	✗	6
Je zabránené nebezpečeniu vtiahnutia, zachytenia a nárazu plynúceho z rotácie ručného kolečka (napr. automatickým odpojením alebo použitím kolečka s hladkým povrchom, ručných koliečok bez kolíkov alebo odpružených výstupkov)	✓	✓	✓	✗	
Operátor používa ochranné prostriedky (napr. ochranné okuliare, odev atď.)	✓	✓	✓	✗	
Operátor je riadne vyškolený	✓	✓	✓	✗	
2.2 Požiadavky plynúce z mechanických nebezpečí pre SKUPINU 2,3 a 4					
Stroj je vybavený bezpečnostnými krytmi, ktoré zamedzujú prístup k nebezpečným častiam stroja	✗	✗	✗	✓	
2.2.1 Blokovanie krytov					
- Všetky kryty, cez ktoré sa vyžaduje častý prístup k nebezpečným pohybom počas prevádzky, sú kryty s blokovaním	✗	✗	✗	✓	
- Otvorenie krytu alebo aktivácia ochranného zariadenia v Režime 1 spôsobí zastavenie nebezpečných pohybov a zmedzenie ďalšieho pohybu	✗	✗	✗	✓	
- Ak ochranné kryty poskytujú prístup do pracovnej zóny, sú vybavené zamykaním krytu, pri čo najmenšom možnom porušení blokovacieho zariadenia	✗	✗	✗	✓	
- Ak majú osoby prístup do nebezpečnej zóny celým telom, bez toho aby boli v zornom poli operátora, musia byť v činnosti prostriedky pre zamedzenie opätovného spustenia (napr. ochranné zariadenie indikujúce prítomnosť osôb alebo zamedzenie uzatvárania dverí pomocou zámku s kľúčom)	✗	✗	✗	✓	
2.2.2 Pre kryty s pohonom					
- Sú splnené všetky požiadavky pre blokovanie krytov	✗	✗	✗	✓	
- kryty s pohonom pre prístup operátora (ak sú vo výbave stroja) sú vybavené ochranným zariadením pre obmedzenie nebezpečenstva odstiahnutia na prednej hrane	✗	✗	✗	✗	
- Hrany citlivé na tlak (ak sú vo výbave stroja) sú prichytené v celej dĺžke prednej hlavy alebo vo výške 2,50 m nad podlahou alebo plošinou, ak je výška krytu vyššia ako 2,50 m	✗	✗	✗	✓	

- Sila potrebná na zastavenie zatváracieho sa krytu neprekračuje 75N a kinetická energia neprekračuje 4 J	×	×	×	✓	
- Ochranné zariadenie, ktoré znova spustí otvorenie krytu (ak je vo výbave) musí byť s maximálnou silou 150 N a kinetickou energiou max. 10 J	×	×	×	✓	
- Nie je možné spustiť pohyb stroja, pokiaľ nie je kryt zavretý	×	×	×	✓	
2.2.3 Primárne bezpečnostné kryty pre stroje SKUPINY 3, NC sústruhy a sústružnícké centrá					
Stroj skupiny 3 je vybavený primárnymi krytmi	×	×	×	✓	
2.2.3.1 Malé stroje					
Kryty sú schopné zadržať a zabrániť pôsobeniu triesok/úlomkov, kvapalín a dielov, ktoré by mohli byť uvoľnené alebo vymrštené	×	×	×	✓	
Pre Režim 0 (ručný režim) musia byť splnené požiadavky na primárnu bezpečnosť krytov strojov SKUPINY 1	×	×	×	✓	
Pre Režim 1 je pracovná zóna počas operácií obrábania uzavretá pevným alebo pohyblivým krytom s blokovaním.	×	×	×	✓	
Usporiadanie zakrytovania zabraňuje prístupu do nebezpečnej zóny	×	×	×	✓	
2.2.3.2 Veľké stroje					
Stroj je vybavený pevnými a pohyblivými krytmi s blokovaním	×	×	×	✓	
Ak je to možné, sú splnené požiadavky na primárne kryty pre malé stroje SKUPINY 3	×	×	×	✓	
V ostatných prípadoch môžu byť stroje vybavené - Pohyblivými krytmi s blokovaním upevnenými k sedátku, kvôli zamedzeniu prístupu do pracovnej zóny z pracovnej pozície - Plošinou - Ohraničením plochy ohradou - Ohraničením plochy ohradou k prístupu do priestoru obrábania	×	×	×	✓	
Sú inštalované kryty pracovnej pozície operátora ohradením, alebo plošinou, ktorá spĺňa nižšie uvedené požiadavky	×	×	×	✓	
- Je nastaviteľná do bezpečnej pozície pre operátora	×	×	×	✓	
- Je navrhnutá podľa ergonomických princípov EN 614-1	×	×	×	✓	
- Je vybavená osvetlením a ventiláciou pracovného miesta operátora	×	×	×	✓	
- Je vybavená prostriedkami pre vstup/výstup do akejkoľvek pracovnej pozície (napr. rebríkom) podľa ISO 14122-3 a ISO 14122-4	×	×	×	✓	
- Zabraňuje prístupu do nebezpečnej zóny (napr. umiestnením krytov s priehľadným panelom alebo primeranou vzdialenosťou podľa ISO 13857)	×	×	×	✓	
- Poskytuje ochranu operátorovi pred trieskami, reznou kvapalinou a dielmi, ktoré môžu byť vymrštené alebo vystrelené a to tak, že kryty pre tento účel dosahujú výšku min. 1,80 m od podlahy plošiny	×	×	×	✓	
- Sú prítomné prostriedky pre minimalizáciu nebezpečenstva rozdrtenia, odstrihnutia a nárazu od pohybujúcich sa nastaviteľných plošín/ohradení (napr. nárazníky, kovové kladky, na tlak citlivé ochranné prostriedky)	×	×	×	✓	
- Nastavenie polohy plošiny je možné len v Režime 2	×	×	×	×	
Je zabránené všetkým miestam strihu (napr. medzi plošinou a rámom stroja, napr. nastaviteľným koncovým dorazom alebo pomocou nárazníku, kde rýchlosť plošiny neprevyšuje 25m/min)	×	×	×	✓	
Nárazníky zastavia pohyb pred tým, ako sa dosiahne náraz so silou 400N;	×	×	×	×	
- sila nárazu je meraná pevnou sondou kruhového prierezu s priemerom 80mm umiestnenou kolmo na smer pohybu	×	×	×	×	
- Aktívna časť nárazníka je vyrobená s pružného materiálu, ktorého hrúbka je viac ako 80 mm	×	×	×	×	

Nárazník presahuje celou výškou dielu až do výšky 1 800 mm a úsilie vynaložené nárazníkom nepresahuje 400 N	×	×	×	×	
Prístup do priestoru obrábania je zamedzený ohradou, ktorá sa skladá z pevných a pohyblivých krytov s blokováním	×	×	×	✓	
- Ohrada má minimálnu výšku 1,4 m	×	×	×	✓	
2.2.4 Režimy prevádzky stroja					
2.2.4.1 Výber režimu					
Výber režimu je buď uzamykateľným spínačom, prístupovým kódom alebo inými rovnocennými prostriedkami	×	×	×	✓	
Zvolený režim je ľahko viditeľný	×	×	×	✓	
Výber režimu nesmie spustiť nebezpečnú situáciu	×	×	×	✓	
Zariadenie pre výberu režimu a usporiadanie ovládacieho systému musí zaistiť, aby bol vybraný iba jeden režim v danom čase (požiadavky týkajúce sa bezpečnostnej funkcie pre výber režimu v 7.11)	×	×	×	✓	
2.2.4.2 Režim 0: ručný režim					
Vreteno je spustené ručne ovládacím zariadením určeným na tento účel za podmienky, že kryt skľúčovadla je zavretý	×	×	×	✓	
Indexovacia revolverová hlava je buď ručná alebo poháňaná	×	×	×	✓	
- Indexovanie je možné iba po postupných krokoch a je umožnené iba vtedy, ak obe ruky operátora sú mimo nebezpečnú zónu (napr. zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač) alebo ak sú dvere ochranného krytu zavreté (7.11)	×	×	×	✓	
Rýchlosť pohybu osí je navolená ručne a rýchloposuv je možné ovládať ovládacím zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač (7.11)	×	×	×	✓	
Rýchlosť posuvu osí je obmedzená na - 6 m/min, pre malé sústruhy a - 10 m/min, pre veľké sústruhy	×	×	×	✓	
Spúšťanie pohybu osí dovoľuje naraz pohyb len jednej hlavnej osi	×	×	×	✓	
2.2.4.3 Režim 1: automatický režim					
Ak je vybraný Režim 1 a pohyblivé kryty sú otvorené, nie je umožnený žiaden pohyb stroja okrem nasledovných	×	×	×	✓	
- Otvárací a zatvárací pohyb upínacieho zariadenia obrobku a pohyb pinoly koníka za účelom výmeny obrobku	×	×	×	✓	
- Otáčanie vretena je ovládané ovládacím zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač	×	×	×	✓	
- Otáčky vretena neprekračujú 50 ot/min a	×	×	×	✓	
- Obvodová rýchlosť neprekračuje 1,3 m/s pre najdlhšie bežné upínacie zariadenie obrobku popísané v návode na použitie	×	×	×	✓	
- Prívod reznej kvapaliny/chladiwa je automaticky vypnutý, keď je pohyblivý kryt pre prístup do rpacovnej zóny otvorený	×	×	×	✓	
Ak je vybraný Režim 1 a pohyblivé kryty sú zatvorené, sú umožnené všetky programované pohyby prvov stroja. Monitorovanie maximálnej povolenej rýchlosti vrtena musí byť aktívne	×	×	×	✓	
2.2.4.4 Režim 2: nastavovací režim (všeobecne)					
Ak je vybraný Režim 2 a pohyblivé kryty sú otvorené, sú splnené nasledujúce všeobecné požiadavky:	×	×	×	×	
- automatický mechanizmus výmeny nástroja a obrobku nie je aktívny (spustenie je možné až po zavretí krytov)	×	×	×	✓	
- sú poskytnuté prostriedky k zamedzeniu nebezpečného pohybu vo zvislých a šikmých osiach pôsobenia gravitácie (napr. dodatočným brzdiacim systémom)	×	×	×	✓	

- Ak je prístup do nebezpečnej zóny umožnený z viac ako jednej pozície cez pohyblivý kryt a časť nebezpečnej zóny nie je viditeľná z pracovného miesta operátora, nie je umožnený žiaden pohyb, kým nie sú zavreté kryty nebezpečnej zóny	×	×	×	✓	
2.2.4.5 Režim 2: nastavovací režim (pre stroje SKUPINY 2 a 3)					
Ak je vybraný Režim 2 a pohyblivé kryty sú otvorené, je možný pohyb častí stroja iba za nasledovných podmienok:	×	×	×	×	
- Pohyby v osiach sú obmedzené na posuv neprevyšujúci 2 m/min a táto hranica je monitorovaná	×	×	×	✓	
- Pohyb v osiach je ovládaný spúšťiacim zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač alebo je obmedzený na krokový ovládač s dĺžkou pohybu nie viac ako 6 mm	×	×	×	✓	
- Indexovanie (otáčanie) poháňaných revolverových hláv je umožnené len postupnými krokmi a musia byť spustené iba vtedy, ak obe ruky operátora sú mimo nebezpečnej zóny (napr. obojručné ovládanie) alebo spúšťiacim zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač, alebo ak sú dvere krytu zavreté. Ak je revolverová hlava riadená ako NC osa, sú tieto podmienky splnené ako pre veľkosť posuvu, tak aj pre maximálnu povrchovú rýchlosť	×	×	×	✓	
- Prúd reznej kvapaliny/chladiwa je automaticky vypnutý, ak j otvorený kryt pre prístup do pracovnej zóny	×	×	×	✓	
- Poháňané nástrojové vreteno neprekračuje 50 ot/min	×	×	×	✓	
- Iba pre malé stroje Skupiny 2 a 3 nepresahuje rýchlosť otáčania obrobkového vretena 50 ot/min	×	×	×	✓	
- Pre veľké stroje Skupiny 2 a 3 je otáčanie obrobkového vretena a pohyb línej dosky obmedzený obvodovou rýchlosťou upínacieho zariadenia a neprekračuje 1,3 m/s	×	×	×	✓	
2.2.4.6 Servisný režim (všeobecne)					
Na výber servisného režimu je prítomný uzamykateľný spínač umiestnený na odnímateľnom servisnom zariadení, ktoré je pripojené káblom (pripojenie servisného zariadenia je prístupné na stroji napr. z vonkajšej elektrickej skrinky)	×	×	×	✓	
Na stroji blikajú varovné signály, upozorňujúce, že stroj je sprístupnený iba pre servisný personál, zaškolený a oprávnený výrobcom stroja	×	×	×	✓	
Ak je pripojené servisné zariadenie ku stroju, žiadny iný Režim nemôže byť vybraný	×	×	×	✓	
Automatické mechanizmy výmeny obrobku sú zablokované (spustenie je možné iba po zvolení Režimu 1)	×	×	×	✓	
Sú poskytnuté prostriedky k zamedzeniu nebezpečných gravitačných pohybov zvislých alebo šikmých osí (napr. dodatočným brzdovým systémom)	×	×	×	✓	
Obrábanie na stroji v servisnom režime nie je možné	×	×	×	✓	
Sú použité (a monitorované) obmedzené rýchlosti osí pre všetky osi, neprekračujúce 2 m/min	×	×	×	✓	
Je možný pokračovací pohybový cyklus (napr. skúška opakovateľnosti)	×	×	×	✓	
Súčasné otáčanie vretena a pohyb v osi je obmedzený na obmedzené rýchlosti Režimu 2 a je monitorovaný	×	×	×	✓	
Každé periférne zariadenie (výmenník nástrojov, dopravník triesok, atď.) je možné spustiť iba individuálne; môže byť povolené pomalé otáčanie mechanizmu výmeny nástroja, pri ktorom je povrchová rýchlosť a rýchlosť otáčania obmedzená na 2 m/min	×	×	×	✓	
Ak je pracovná rýchlosť pracovného vretena vyššia ako 50 ot/min alebo obvodová rýchlosť prevyšuje 1,3 m/s a nie je nasadený kryt sklúčovadľa, sú predné dvere stroja vybavené prídavným polohovacím spínačom	×	×	×	✓	

Varovné signály sú zobrazené vedľa spínača režimu ukazujúceho popis a diagram bezpečnostných opatrení, ktoré musí byť v činnosti, za prevádzky stroja v tomto režime	✗	✗	✗	✓	
2.3 Voliteľné alebo dodatočné zariadenia pre sústruhy					
2.3.1 Manipulačné zariadenie pre ručné alebo automatické vkladanie/vyberanie obrobku					
Vkladacie/vyberacie pozície pre operátora alebo zariadenie na presun obrobku sú umiestnené mimo pracovnú zónu a ďalej od ostatných mechanizmov (napr. výmenníka nástrojov)	✓	✓	✓	✓	
Prístupu k nebezpečným pohybom manipulačného zariadenia je zabránené pevnými/pohyblivými krytmi s blokovaním alebo sú nebezpečné pohyby zastavené spustením ochranných zariadení (napr. kryty s blokovaním alebo svetelným závesom)	✓	✓	✓	✓	
Aktivácia zariadenia pre núdzové zastavenie stroja spúšťa tiež núdzové zastavenie manipulačného zariadenia	✓	✓	✓	✓	
Ak je možný prístup do nebezpečnej zóny manipulačného zariadenia, nesmie byť možný prístup z tohto priestoru k pracovnej zóne, alebo alternatívne, stroj je zastavený a je zabránené neočakávanému spusteniu	✓	✓	✓	✓	
Iba pre stroje SKUPINY 4 je umožnené odoberať vzorky obrobeneých obrobkov bez prístupu k nebezpečným pohybom stroja	✓	✓	✓	✓	
Stroje vybavené koníkom a/alebo pinolou					
Sú k dispozícii prostriedky na zabránenie neočakávaného vybehnutia koníka z konca lôžka počas ručného nastavovania (napr. mechanickou zádržkou)	⊖	⊖	⊖	✗	6
Pre stroje s mechanicky poháňanou pinolou a/alebo koníkom:	✗	✗	✗	✗	
- poháňaný pohyb pinoly neprekračuje 1,2 m/min ak je kryt otvorený	✗	✗	✗	✗	
- pohyb pinoly je riadený dvojručne mimo pracovnej zóny alebo zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač, alebo trojpolohovým nožným vypínačom alebo dvojpolohovým nožným spínačom	✗	✗	✗	✗	
Je umožnené monitorovanie upínacej sily pinoly a pre automatický cyklus je pinola zastavená, ak upínacia sila spadne pod prednastavenú hranicu	✓	✓	✓	✗	
Ručné spustenie poháňaného koníka a poháňanej pinoly nie je možné, ak sa pracovné vreteno otáča	✓	✓	✓	✗	
Buď - upínacia hranica je indikovaná na pinole koníka a koncová poloha je trvale indikovaná (napr. farebným krúžkom), alebo - upínacia hranica je monitorovaná obmedzovacím spínačom s blokovaním otáčania vretena	✓	✓	✓	✗	
Ovládaný pohyb koníka smerom k obrobku pri otvorení krytu je umožnený iba použitím ovládača, ktorý vyžaduje nepretržité pôsobenie sily na ovládač	✓	✓	✓	✗	
Maximálna posuvová rýchlosť nesmie prekročiť 2 m/min	✓	✓	✓	✗	
2.3.2 Zber triesok a ich odstránenie					
Prístup k nebezpečným častiam zberu triesok a ich odstráneniu je zamedzený pevnými a/alebo pohyblivými krytmi s blokovaním	✓	✓	✓	⊖	7
Ak sú tieto kryty otvorené, pohyb zberu triesok a systém ich odstraňovania nie je umožnený	✗	✗	✗	✓	
Tam kde je možný prístup k nebezpečným častiam systému zberu triesok (napr. pás alebo skrutky) z pozície operátora, sú pohyby týchto dielov zamedzené, kým sú kryty pracovnej zóny otvorené	✗	✗	✗	✓	
Priestor odstraňovania triesok má varovnú nálepku zbytkového rizika, napr. zachytenie, rozdrtenie	✗	✗	✗	⊖	8

Ak je požadovaný pohyb zberu triesok a ich odstraňovanie pri otvorených krytoch (napr. čistenie), je to možné iba so zariadením vyžadujúcim nepretržité pôsobenie sily na ovládač	✗	✗	✗	✓		
Prístup do priestoru vykladania triesok je zamedzený, napr. ohraničením plochy ohradou a/alebo použitím zásobníka alebo vozíka primeranej výšky	✓	✓	✓	✓		
Ak je vozík/nádoba pod miestom vyprázdňovania, nie je možný vstup do priestoru vyprázdňovania triesok	✓	✓	✓	✓		
3 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva použitých materiálov a látok (norma STN EN ISO 23125 zahŕňa len reznú kvapalinu)						
Stroj je vybavený zariadením umožňujúcim odber vzrokov reznej kvapaliny/chladiwa, čistenie systému a výmenu filtrov	✓	✓	✓	✓		
Reznú kvapalinu je možné vypúšťať zo stroja do nádrže gravitáciou, čím je zabránené zotrvaniu jej zvyškov vnútri stroja	✓	✓	✓	✓		
Kým dodávka chladiwa alebo odsávací systém nepracujú správne, stroj sa nie je možné spustiť	✓	✓	✓	✓		
V prípade poruchy dodávky chladiwa, je proces automaticky zastavený príslušným spôsobom (tj. oddelením nástroja a obrobku a vypnutím vretena, pohonov nástroja a odsávacieho systému)	✓	✓	✓	✓		
V prípade detekcie ohňa je odsávací systém zodpovedajúcim spôsobom zastavený	✓	✓	✓	✓		
Celkový obsah reznej kvapaliny musí cirkulovať pri bežnom použití tak, aby nezostal žiaden objem kvapaliny bez pohybu, s výnimkou miest, kde to vyžaduje konštrukcia	✓	✓	✓	✓		
Vypúšťacie potrubie má dostatočný prírmer a spád pre minimalizáciu usadzovania kalov	✓	✓	✓	✓		
Systém reznej kvapaliny je vybavený filtráciou	✓	✓	✓	✓		
V prípade tvorby usadenín, umožňuje konštrukcia stroja čistenie (napr. zaoblené hrany v kontajneroch)	✓	✓	✓	✓		
Čistenie nesmie vyžadovať vypustenie celého systému	✓	✓	✓	✓		
Vnútro nádrží nesmie prispievať k rastu baktérií (napr. hladké, nenatreté plochy)	✓	✓	✓	✓		
Kontajnery s reznou kvapalinou sú konštruované proti vniknutiu cudzích telies	✓	✓	✓	✓		
Je zabránené kontaminácii reznej kvapaliny olejom alebo tukom z vonkajších zdrojov (napr. mazací systém)	✓	✓	✓	✓		
Musi byť umožnené odstraňovanie kontaminantov z reznej kvapaliny ak je to nutné (napr. pridaním systému na odstraňovanie nečistôt)	✓	✓	✓	✓	4 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva zanedbania ergonomických princípov	
Hlavný ovládací panel, volba režimu a zariadenie vyžadujúce nepretržité pôsobenie sily na ovládač (ak je použité) pre stroj, musia byť umiestnené v mieste operátora						
Riadiace displeje a/alebo spínače sú chránené proti trieskam	✓	✓	✓	✓		
Riadiace displeje a/alebo spínače sú chránené proti nechceným operáciám	✓	✓	✓	✓		
Žiaden volič programu, ktorý spúšťa Režim 1 nie je umiestnený na inom mieste, ako na hlavnom ovládacom paneli (oddelený spúšťač smie byť na mieste vzdialenom od hlavného ovládacieho panela, ak má operátor odtiaľ lepšiu výhľad do nebezpečnej zóny)	✗	✗	✗	✓		
Ovládanie prevádzky stroja v Režime 2 môže byť urobené ako diaľkové od hlavnej ovládacej konzoly, resp. môže byť umiestnené na zvlášťnej konzole mimo nebezpečnej zóny	✗	✗	✗	✓		
Ak je stroj vybavený viacnásobným riadením ovládaním pohybov stroja v Režime 2, aktívny smie byť iba jeden	✗	✗	✗	✓		

Je jednoduché manipulovať s obrobkami, nástrojmi a príslušenstvom (napr. pomocou zdvíhacieho zariadenia pre diely ťažšie ako 10 kg)	✓	✓	✓	✓	
Tam kde je vyžadované manipulačné zariadenie, zdvíhaky alebo zdvíhacie zariadenie, musia byť zabezpečené opatrenia pre ich inštaláciu	✓	✓	✓	✓	
Tam kde sú diely vkladané ručne, sú ich prípravky, úložné miesta nástrojov alebo držiaky nástrojov polohované tak, aby bolo zabránené ich dosahu do stroja	✓	✓	✓	✓	
Ovládacie zariadenie na upínanie alebo zariadenie pre zvieranie musia byť v takej polohe, aby bolo zabránené nadmernému úsiliu pri podopieraní hmotnosti nástroja alebo obrobku (napr. použitím nožného riadenia)	✓	✓	✓	✓	
Pohybové kryty sú ovládané pohonom tam, kde by ich použitie viedlo k opakovanému nadmernému úsiliu	✗	✗	✗	✓	
Osvetlenie pracovnej zóny je zaistené pre všetky režimy. Musí byť najmenej 500 lx na povrchu upínacieho zariadenia pre stroje so szvislým vretenom	✓	✓	✓	✓	
Umiestnenie displejov pre zobrazovanie infomácií je jasné a jednoznačné (odrazy a lesky musia byť minimalizované)	✓	✓	✓	✓	
5 Špecifické požiadavky plynúce z neočakávaného spustenia, prebehu alebo prekročenia rýchlosti					
Je zabránené neočakávaným pohybom stroja (napr. otáčaniu vretena, pohyb v osách, uvoľnenie nástroja z vretena)	✓	✓	✓	✓	
Tam kde je umožnený prístup k programovateľným funkciám pre zmeny v Režime 1 napr. korekcií geometrie nástroja, je prístup uzamykateľný pre zabránenie neautorizovaného prístupu (napr. použitím hesla, uzamykateľného spínača)	✗	✗	✗	✓	
Software vzťahujúci sa k bezpečnosti je zabezpečený proti neoprávnenej rekonfigurácii, predovšetkým nie je možné pre užívateľov potlačiť operácie bezpečnostných funkcií	✗	✗	✗	✓	
Tam kde sú nainštalované viacnásobné zariadenia vyžadujúce nepretržité pôsobenie sily na ovládač, je v danom čase funkčný vždy práve jeden	✗	✗	✗	✗	
Uzavretie pohyblivých krytov s blokováním nzapríčiňuje opätovné spustenie pohyblivých častí stroja, pokiaľ je stroj vybavený poháňanými krytmi	✗	✗	✗	✓	
Je zabránené neočakávanému spusteniu nebezpečných pohybov (napr. obrobkového vretena, osi, nosiče indexovateľného vretena, saní držiacich nástroj alebo upínacieho zariadenia obrobku), keď sú otvorené pohyblivé kryty alebo sú v Režime 0	✗	✗	✗	✓	
V Režime 1, smie byť stroj spustený alebo opätovne spustený, ak sú kryty zavreté aktiváciou spúšťacieho zariadenia určeného pre tento účel	✗	✗	✗	✓	
Maximálne dovoľené rýchlosti vretena a max. dovoľené rýchlsoti posuvov v osiach závisia na režime prevádzky a sú monitorované (neplatí pre stroje SKUPINY 1)	✗	✗	✗	✓	
Pokiaľ je jedna z max. povolených rýchlostí prekročená, je zahájené zastavenie stroja kategórie 1 podľa IEC 60204-1:2009, 9.2.2 (neplatí pre stroje SKUPINY 1)	✗	✗	✗	✓	
Pohyb saní môže byť dosiahnutý ručnou aktiváciou alebo pohonom pomocou ozubeného prevodu od pracovného vretena alebo oddeleným pohonným motorom/ovládačom	✓	✓	✓	✗	
- Smer pohybu saní je súhlasný so smerom pohybu ovládacieho zariadenia	✓	✓	✓	✗	
- Spustenie pohybu saní v Režime 0, každý pohyb je spustený ručne	✓	✓	✓	✗	
- Je zabránené neočakávanému spusteniu pohybu poháňaných saní	✓	✓	✓	✗	
- Je zabránené neočakávanému nebezpečnému pohybu vo zvislej alebo šikmej osi gravitačným vplyvom	✓	✓	✓	✗	

Zariadenie pre odpojenie elektrického napájania musí byť podľa IEC 60204-1:2009, 5.3, s výnimkou že izolátor nesmie byť typu d) alebo e) IEC 60204-1:2009, 5.3.2	✓	✓	✓	✓	
Ak má stroj vlastné hydraulické čerpadlo a/alebo vzduchový kompresor, elektrická izolácia stroja musí tiež odpojiť dodávku energie k motoru čerpadla a/alebo kompresoru	✓	✓	✓	✓	
Elektronický ovládací systém je chránený pred elektromagnetickou interferenciou	✓	✓	✓	✓	
Elektrický/elektronický systém spĺňa technické informácie a fyzikálne opatrenia pre obmedzenie elektromagnetických emisií	✓	✓	✓	✓	
6 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy dodávky energie					
Neúmerný tlak alebo napätie sú detekované a stroj musí byť zastavený	✓	✓	✓	✓	
Prerušenie dodávky energie nesmie zapríčiniť nebezpečnú stratu upnutia obrobku alebo nástroja	✓	✓	✓	✓	
Obnovenia dodávky energie nesmie mať za následok automatické reštartovanie stroja	✓	✓	✓	✓	
Prerušenie dodávky energie nesmie zapríčiniť nebezpečné pohyby v zvislých alebo šikmých osiach pôsobením gravitácie	✓	✓	✓	✓	
Prerušenie vodiča v akomkoľvek obvode (napr. zlomený vodič, trubka, hadica) nemá za následok stratu bezpečnostnej funkcie	✓	✓	✓	✓	
7 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva poruchy ovládacieho obvodu					
Hardware a software časti ovládacieho systému, vzťahujúci sa k bezpečnosti musí zahŕňať celý systém (od začiatočného ovládača alebo detektoru polohy, do bodu vstupu ku konečnému ovládaču alebo prvku, napr. motoru). Bezpečné funkcie ovládacieho systému musia byť prevedené použitím navrhnutých častí vzťahujúcich sa k bezpečnosti, konštruované a použité podľa ISO 13849-1:2006. Všeobecne, ak sú aktivované, vstupné zariadenie k bezpečnostným funkciám musí spustiť zastavenie kategórie 1 nebezpečných pohybov podľa IEC 60204-1:2009, 9.2.2 a musí zabrániť neočakávanému spusteniu	✓	✓	✓	✓	
Bezpečnostné funkcie musia spĺňať požiadavky pre stupeň prevedenia ISO 13849-1 tak, ako je nižšie uvedené:					
7.1 Blokovacie zariadenie spojené s pohyblivým krytom v nasledujúcich oblastiach, elektrosenzitívne ochranné zariadenie, alebo ostatné bezpečnostné zariadenie použité pre: (v pravom stĺpci požadovaná úroveň výkonnostnej úrovne PLr)	✗	✗	✗	✗	14
- pracovnú zónu operátora/ pracovnú zónu pre údržbu d, kategória 3 c	✗	✗	✗	✗	
- prevody, pohonné mechanizmy c alebo d	✗	✗	✗	✗	
- výmenník nástrojov, zásobník nástrojov d	✗	✗	✗	✗	
- manipulačné zariadenie pre zakladanie/vyberanie obrobku c alebo d	✗	✗	✗	✗	
- výmenník paliet c alebo d	✗	✗	✗	✗	
- dopravník triesok c	✗	✗	✗	✗	
- prístup k priehlbínám, brány ohraničenia ohradou c alebo d	✗	✗	✗	✗	
- zariadenie posuvu tyče c	✗	✗	✗	✗	
- mechanické prevody prístupné počas bežnej prevádzky c alebo d	✗	✗	✗	✗	
7.2 Zariadenie vyžadujúce nepretržité pôsobenie sily na ovladač d	✗	✗	✗	✗	
7.3 Ovládací systém s elektronickým ručným kolečkom d	✗	✗	✗	✗	
7.4 Spúšťacie zariadenie d	✗	✗	✗	✗	
7.5 Monitorovanie rýchlostnej medze pre vretená d	⊖	⊖	⊖	✗	

5, 14

7.6 Monitorovanie medze posuvu v osiach	c	✗	✗	✗	✗	14
7.7 Ovládaci systém upínania nástroja a obrobku	b	✗	✗	✗	✗	
7.8 Núdzové zastavenie	c	✓	✓	✗	✗	
7.9 Zabránenie nebezpečenstvu rozdrtenia pri poháňaných krytoch/dverách s ochranou hrán napr. pomocou na tlak citlivých ochranných zariadení	d	✗	✗	✗	✗	
7.10 Volič funkcie prevádzkového režimu	c	✗	✗	✗	✗	
7.11 Bezpečné zastavenie kategórie 2 podľa IEC 618005-2	c	✓	✓	✗	✗	
7.12 Ovládacie funkcie pre zabránenie neúmyselného klesania zvislej/šikmej osi	c alebo d	✗	✗	✗	✗	
7.13 Funkcia spustenia reštartu	c	✗	✗	✗	✗	
7.14 Spustenie pohybu osi	c	✗	✗	✗	✗	
Núdzové zastavenia musia byť spustené zariadením núdzového zastavenia, ktoré musí byť podľa IEC 60204-1:2009, 10.7 a ISO 13850		✓	✓	✓	✓	
Ovládacie zariadenie núdzového zastavenia je k dispozícii pre každú polohu operátora vrátane:		✓	✓	✓	✓	
- Hlavného ovládacieho panela		✓	✓	✓	✓	
- Na akomkoľvek inom paneli		✗	✗	✗	✗	
- Blízko a vnútri skrine zásobníka nástrojov (tam kde je možný prístup celým telom, keď je zásobník nástrojov oddelený od priestoru obrábania)		✗	✗	✗	✗	
- Pri vkladacej a vyberacej stanici podávania tyčí (keď je vybavenie mimo pracovnej pozície operátora)		✗	✗	✗	✗	
- Pri manipulačnom zariadení pre vkladanie/vyberanie obrobku (keď je vybavenie mimo pracovnej pozície operátora)		✓	✓	✓	✓	
8 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva chybného nastavenia						
Akákoľvek časť demontovaná pre účely nastavenia alebo údržby má také usporiadanie, aby boli vylúčené chyby ustavenia (napr. kolíky, asymetrické ustavenie)		✓	✓	✓	✓	
9 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva vystreknutia kvapaliny alebo vymrštenia predmetov						
9.1 Všeobecné požiadavky						
Kryty slúžia na zadržanie spracovávaného materiálu a kvapalín, pri ktorých sa predvída vystreknutie hydraulických alebo pneumatických kvapalín, spracovávaného materiálu a rezných kvapalín		✓	✓	✓	✓	
Okolo pracovnej zóny sú kryty pre minimalizáciu nebezpečenstva vymrštenia súčastí stroja, nástroja, triesok, úlomkov, alebo chladiva		⊙	⊙	⊙	✓	1,2,3
Kryty uzatvárajúce pracovnú zónu by mali zniesť maximálnu predvídateľnú energiu nárazu		✓	✓	✓	✓	
Kryty majú chrániť obe strany proti reznej kvapaline, trieskam a chladivu		✓	✓	✓	✓	
Materiály pre priehľadné panely, ktoré sú často náchylné na stárnutie vplyvom kontaminácie (napr. reznou kvapalinou, abrazívom, mazivom atď.) by mali byť ošetrené prídavnou tesniacou vrstvou alebo laminovanou konštrukciou		✗	✗	✗	✓	
Uchytenie nástroja pre silovo poháňané ťažné tyče nástroja musí byť konštruované tak, aby bolo zabránené vymršteniu nástroja, ak dôjde k poruche pohonu		✓	✓	✓	✓	
9.2 Kryty pre zvislé stroje SKUPINY 3						
Pevné kryty a/alebo pohyblivé kryty s blokovaním musia byť vybavené na zachytenie triesok/úlomkov a/alebo rezných kvapalín, častí nástrojov alebo obrobkov a usmerniť ich smerom do zberného priestoru		✗	✗	✗	✓	
Kryty by nemali umožňovať zhromažďovanie triesok a kvapalín na ráme krytu		✗	✗	✗	✓	

Rovné, pevné kryty a pohyblivé kryty s blokováním so zamykaním krytu musia byť prevedené okolo líčnej dosky a vstupu systému odberu triesok a musia presahovať min. 0,250 m nad plochou dosky	✗	✗	✗	✓	
Zakrytovanie okolo pracovnej zóny musí byť z min. 3 mm silného ocelového plechu, priehľadný panel y min 8 mm silného polykarbonátu, povrchovo chráneného proti rezným kvapalinám, chladivu a pod. Toto zakrytovanie smie byť kombinované s krytmi pre prístup do priestoru obrábania z dverí alebo z plošiny	✗	✗	✗	✓	
10 Špecifické požiadavky plynúce z nebezpečenstva pošmyknutia, zakopnutia a pádu osôb					
Pracovné miesta a prostriedky prístupu na stroj (schody, integrálne rebríky, plošiny a lávky) musia minimalizovať pravdepodobnosť pošmyknutia, zakopnutia, pádu a to inštaláciou zábradlí, zábran šmyknutia a tam, kde je to nevyhnutné, inštaláciou protišmykových povrchov	⊖	⊖	⊖	✓	9
Výstrahy o nebezpečenstve musia byť uvedené v informáciach pre použitie	✓	✓	✓	✓	
Kvôli zabráneniu kontaminácií podláh, tam kde je vybavené systémom aplikácie kvapaliny, musí byť zabránené rozliatiu, postriekaniu a rozprášeniu mimo ohraničené stroje.	✓	✓	✓	✓	
Informácie musia upozorňovať na dôležitosť prevencie rozliatia kvapaliny do okolitého priestoru a tým vytvárania nebezpečenstva pošmyknutia	⊖	⊖	⊖	⊖	10

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
- ⊖ Požiadavka nie je splnená
- ✗ Požiadavka sa netýka daného strojového zariadenia (napr. nie je vo výbave, platí pre inú skupinu strojov atď.)

Príloha 2: Zoznam kontrolných požiadavok pre obrábacie stroje na kovy podľa STN EN 20 0700, STN 20 0711 a STN 20 0713 aplikovaný na vybrané strojové zariadenia

Kontrolný zoznam pre obrábacie stroje na kovy podľa STN 20 0700, STN 20 0711 a STN 20 0713			
Bezpečnostné požiadavky podľa STN 20 0700	Typ stroja		
	HOV 25 A	FA 4 AU	Poznámky
	Ne/splnené	Ne/splnené	
1 Všeobecné požiadavky			
Činnosť ochranných zariadení, je čo najmenej závislá na vôli, konaní a pozornosti pracovníka	✓	✓	
Ochranné zariadenia sú vzájomne viazané s ovládacími mechanizmami tak, aby pri bežnej prevádzke pôsobili za chodu stroja samočinne a nemohli byť vyradené z činnosti, kým pretrváva nebezpečenstvo	✓	✓	
Ochranné zariadenie používané na obrábacom stroji - je jednoduché, ľahko kontrolovateľné - nie je samo o sebe zdrojom nebezpečenstva - nijak podstatne nezťažuje nastavenie a opravy stroja	✓	✓	
Zariadenia, ktoré by mohli pri použití neoprávnenými pracovníkmi spôsobiť haváriu stroja alebo poranenie, sú opatrené mechanizmami zabráňujúcimi takémuto použitiu (napr. zámky, plomby)	✓	✓	
2 Požiadavky plynúce z vonkajšej úpravy a tvaru stroja			
Povrchy strojov, ochranných zariadení, ovládacích súčastí, príslušenstiev a prídavných zariadení, nemajú ostré hrany, ktoré by mohli spôsobiť zranenie	✓	✓	
Na strojných častiach, ktoré sa nedajú uzavrieť vo vlastnej konštrukcii strojov a trvalo alebo dočasne vyčnievajú do pracovného priestoru (napr. upínacie skrutky, upnutý materiál atď.) splňajú nasledovné podmienky: - je zabránený prístup k nim (napr. zábradlím, krytmi) - sú vhodne umiestnené a vhodne tvarovo upravené - vedenia trubiek, hadíc a káblov (pre privod vzduchu, kvapalín a elektriky) sú tak rozložené, aby nezavadzali na pracovisku a boli chránené pred trieskami - ak sa nedajú uplatniť predošlé požiadavky, sú tieto časti označené výstražným farebným značením podľa STN 01 8010 a STN 20 0009	✓	✓	
Pri obrábacích strojoch, ktoré majú na bočných stranách pohyblivé časti, otvory alebo výstupky (napr. stoly niektorých hobloviek), musia byť prijaté opatrenia na vylúčenie možnosti poranenia	✓	✓	
Z pozície stanoviska obsluhy je možné počas pracovného procesu nerušene sledovať oborbov (toto pravidlo sa nevzťahuje na stroje pracujúce v polo- a automatickom cykle - obrábanie pod clonou kvapaliny)	✓	✓	
3 Požiadavky plynúce z náteru stroja			

Náter stroja vyhovuje STN 20 0009 (Farebné odtiene náterov obrábacích strojov na kovy a na drevo a tvárniacich strojov), STN 01 8010 (Bezpečnostné farby a značky) a STN 01 8012 (Bezpečnostné načky a tabuľky)	✓	✓	
4 Požiadavky plynúce z prevádzky a údržby stroja			
Pri veľkých obrábacích strojoch, kde sa prevádza občasná manipulácia spojená s údržbou, mazaním a pod. stroja vo výške, musí byť stroj vybavený zábranami, ktoré zabránia pádu pracovníka z výšky	✗	✗	
Maznice pre ručné plnenie musia byť umiestnené mimo nebezpečné priestory, v miestach vhodných pre obsluhu	✓	✓	
Miesta plnenia olejov musia byť zreteľne farebne označené farbou, ktorá sa výrazne líši od farby stroja	✓	✓	
Stroj musí byť vybavený zariadením na čistenie olejov, rezných kvapalín a odstraňovanie hrubých prímies (napr. odpadovými sitami, usadzovacími nádržami s prepacom, magnetickými čističmi)	✓	✓	
Zariadenie na čistenie olejov je prístupné a umožňuje ľahké odstraňovanie kalov, príp. výmenu filtračných prostriedkov	✓	✓	
Nádrže na kvapalinu a rozvody sú ľahko čistiteľné, ich obsah sa musí dať bez zvyšku vyprázdniť a vyvetrať	✓	✓	
Nádrže hydraulických a mazacích obvodov umiestnených vedľa stroja a v základe stojanov prebieha častejšie ako raz za mesiac úplne vypustenie	✓	✓	
Zariadenie na privod reznej kvapaliny do priestoru obrábania musí zabezpečovať možnosť vhodného a bezpečného nastavenie jeho polohy, jeho spoľahlivého zaistenia a potrebné rozdeľovanie kvapaliny v priestore rezania	✓	✓	
Privod reznej kvapaliny k nástrojom je riešený tak, aby pri manipulácii s ním boli čo najviac obmedzené možnosti zranenia obsluhujúceho nástrojom	✓	✓	
Minimálna výška stropu, pod ktorým je inštalovaný stroj, ktorý sa podrobuje údržbe, musí byť 2100 mm	✓	✓	
Minimálna šírka prístupových priechodov ku stroju musí byť aspoň 800 mm	⊙	✓	11
5 Požiadavky plynúce z prístupu k zvýšeným pracoviskám			
Občasne používané ovládače môžu byť vo výške maximálne 1 800 mm od podlahy stanoviska obsluhy (ak sú vyššie musí k nim byť prístup pomocou schodov, rebríkov a pod., ktoré sú neoddeliteľnými súčasťami stroja)	✓	✓	
Schody, pracovné plošiny, pomocné lávky mostíky a pod. musia byť stabilné, dostatočne pevné, nesmú mať smykľavú podlahu	✓	✓	
Schody, pracovné plošiny, pomocné lávky mostíky a pod. sú minimálne 600 mm široké a sú opatrené zbradlím	✓	✓	
Na pracovnej plošine musí byť uvedená jej nosnosť (kg)	✗	✗	
Stanoviská obsluhujúceho umiestnené nad 500 mm (a viac) nad podlahou musia byť opatrené zábradlím	✗	✗	
Zábradlie musí byť minimálne 1 100 mm vysoké, doplnené druhou, príp. treťou zábradľovou tyčou	✗	✗	
Osová vzdialenosť medzi zábradľovými tyčami nesmie byť väčšia ako 550 mm	✗	✗	
Okraje podlahy musia byť opatrené ochrannou lištou aspoň 100 mm vysokou, s výnimkou miesta vstupu na podlahu	✗	✗	
Zábradlie musí byť dobre zakotvené a voľné konce jeho vrchných zábradľových tyčí musia byť zhotovené tak, aby sa o ne nedalo zachytiť odevom alebo nesenými predmetmi	✗	✗	
Výstupné rebríky musia mať osovú vzdialenosť pevných priečok 300 až 330 mm	✗	✗	
Prvá priečka je umiestnená nad nástupišťom min. 400 mm	✗	✗	
Vzdialenosť medzi postrannými časťami rebríka je min. 400 a max. 450 mm	✗	✗	

Postranné časti rebrika svojou dĺžkou prevyšujú plošinu na výstupe z rebrika o 1 100 mm a konce sú zaoblené a pri čelnom výstupe sú rozšírené na vzdialenosť 600 mm	✗	✗	
Rebriky musia byť od 3 000 mm nad podlahou opatrené ochranným košom podľa STN 27 0140 a STN 74 3282	✗	✗	
Vzdialenosť priečok rebrika od stien alebo časti konštrukcie má byť min. 180 mm	✗	✗	
6 Požiadavky plynúce z konštrukcie pohyblivých častí stroja			
Hnacie a prevodové mechanizmy, ktoré sú v dosahu pracovníka a nie sú uzavreté konštrukciou stroja, musia byť do výšky 2 600 mm od podlahy alebo plošiny pre obsluhu buď zakryté ochranným zariadením pevne spojeným s konštrukciou stroja alebo k nim musí byť znemožnený prístup inou konštrukčnou úpravou	✓	✓	
Pohyblivé časti umiestnené mimo teleso obrábacieho stroja, ktoré by mohli spôsobiť úraz obsluhy, musia byť opatrené krytmi a majú v prípade nutnosti vhodné zariadenia pre ľahké a bezpečné otváranie alebo premiestňovanie (rukoväte, držadlá a pod.)	✓	✓	
7 Požiadavky plynúce z konštrukcie ochranného zariadenia			
Ochranné zariadenie nemôže byť vyradené z ochrannej činnosti bez použitia náradia alebo hrubého násillia	✓	✓	
Ochranné zariadenie musí byť spoľahlivé a ľahko kontroľovateľné	✓	✓	
Otvárateľné kryty musia byť zaistené proti samovoľnému otvoreniu	✗	✗	
Zariadenie pre udržanie krytu v otvorenej polohe musí spoľahlivo udržať kryt v tejto polohe	✗	✗	
Vnútné plochy dvierok a viek priestorov, v ktorých sú umietnené pohyblivé súčiastky, ktoré vyžadujú pravidelný prístup pri nastavovaní strojov a môžu pri pohybe spôsobiť poranenia pracovníka (napr. výmena ozubeného kolesa), sa natierajú žltou farbou	✓	✓	
Na vonkajšej strane dvierok a viek, musí byť umietnené výrazné označenie v tvare rovnostranného trojuholníka umiestneného vrcholom hore, žltej farby s čiernym okrajom a červeným výkričníkom vnútri	✓	✓	
Pri nebezpečenstve úrazu musia byť dvierka opatrené blokovaním, ktoré automaticky vypne stroj pri ich otvorení	✓	✓	
Stroje musia mať zariadenie proti samovoľnému klesaniu vretien, konzôl, hláv, vreteníkov, koníkov, priečnikov, ramien a iných častí	✓	✓	
Na strojoch, pri ktorých sa hmota pohyblivých častí vyvažuje protizávažím, je vyvažovacie zariadenie umiestnené vnútri konštrukcie stroja alebo zakryté ochranným krytom alebo inak po celej svojej dráhe zaistené, aby nemohlo dôjsť k úrazu (napr. pádom závažia)	✗	✗	
8 Požiadavky plynúce z konštrukcie brzdiaceho a poist'ovacieho zariadenia			
Stroj umožňuje bezpečné zastavenie pohybujúceho sa obrobku, nástroja alebo pohybujúcej sa časti stroja vhodným brzdiacim zariadením (neplatí pre stroje s krátkym dobehom malých zotrvačných hmôt,napr. obrážačky)	✓	✓	
Stroje s mechanizovaným alebo automatickým upínaním obrobkov musia byť vybavené blokovaním, ktoré v závislosti na posuve alebo tlaku, zaručuje zapnutie obrábacieho cyklu iba po ukončení upnutia súčiastky	✗	✗	
Stroje, pri ktorých sa prevádzkanie pomocných operácií (upnutie a vybratie obrobku, jeho meranie na stroji atď.) pri otáčaní nástroja alebo obrobku môže viesť k úrazu, musia byť opatrené zariadením, ktoré po vypnutí otáčania automaticky stroj zabrzdí	✓	✓	
Rukoväte, pedále a ostatné ovládače strojného posuvu častí stroja musia mať blokovanie, vylučujúce možnosť predania príkazov, pri pôsobení na ne v prípadoch, kedy je posuv nimi riadenými častí stroja alebo zastavenie pohonu hlavného pohybu, pokiaľ je spojený s týmito riadenými časťami stroja, môže viesť k havárii alebo úrazu	✓	✓	
Obrábacie stroje, ktoré majú rôzne pohony hlavného pohybu a mechanizovaného pohybu, musia mať blokovanie, ktoré zabezpečí vypnutie hlavného pohybu až po prerušení posuvu	✓	✓	

Strojné časti, ktoré je nutné ručne naklápať a sú ťažké, že by mohli spôsobiť úraz, musia byť po uvoľnení samosvorné alebo inak zaistené proti pádu	✓	✓	
Posuv častí strojov musí byť v krajných polohách obmedzený zariadením vylučujúcim prejazd týchto častí za dovolenú polohu	✓	✓	
Obrábacie stroje, pri ktorých sa povoľuje nastavenie polohy nárážok dráhových prepínačov umiestnených na pohyblivých častiach stroja (napr. na stoloch) za pohybu týchto častí, disponujú opatrením, ktoré eliminuje možnosť poranenia prstov ruky obsluhujúceho	✓	✓	
Ak stroj není vybavený poistným zariadením proti preťaženiu, je na stroji štítok udávajúci maximálne povolené zaťaženie	✓	✓	
9 Požiadavky plynúce z hydraulického a pneumatického zariadenia			
V hydraulických zariadeniach musia byť na všetkých miestach, kde by sa mohli vytvoriť vzduchové bubliny, zariadenia na vypúšťanie vzduchu, pričom olej unikajúci so vzduchom nesmie znečisťovať okolie	✓	✓	
Vedenie k voľne prístupným a vedľa stroja umiestneným čerpadlovým agregátom má byť zhotovené trúbkami a vysokotlakovými hadicami	✓	✓	
Vedenie k čerpadlovým agregátom má mať tesné spoje, aby nedochádzalo k znečisťovaniu podlahy a musí byť vedené mimo stanoviisko pracovníka	✓	✓	
Potrúbie hydraulických a pneumatických obvodov, rovnako ako trubky pre elektrické káble spájajúce stroje a ich časti, ktoré sú vedené nad podlahou, musia byť v mieste priechodu stanoviiskom obsluhy stroja umiestnené vo výške min. 2 000 mm nad podlahou	✓	✓	
V prípade vedenia po podlahe musí byť potrubie zakryté pevným protišmykovým mostíkom s uhlom 15° v mieste vstupu/výstupu	✗	✗	
Pri použití pneumatického pohonu pre upínacie a iné zariadenia strojov a technologického vybavenia, musí byť vylúčená možnosť úrazu osôb odpadovým vzduchom (napr. odlietavanie triesok a prachu odpadovým vzduchom na pracovníka)	✗	✗	
10 Požiadavky plynúce z konštrukcie upínacieho zariadenia			
Konštrukcia upínacieho zariadenia slúžiaceho na upnutie obrobku/nástroja má byť prevedená tak aby: - obrobok/nástroj sa dal bezpečne upínať a vyberať - upínacie zariadenie nemalo ostré hrany, ktoré by mohli byť príčinou úrazu	✓	✓	
Zariadenie pre prenos nástroja zo zásobníka do vretna a opačne, musí zaisťovať spoľahlivé uchopenie nástroja a vylúčiť jeho pád počas prenosu	✗	✗	
Pre nastavovanie stroja musí byť umožnené v pádnych situáciách odpojiť blokovacie zariadenie	✓	✓	
Mechanizované zariadenie pre upnutie obrobkov na obrábacích strojoch (napr. mechanizované kľúče) sa musia po ukončení činnosti automaticky odpojiť od upínacieho zariadenia	✗	✗	
Stroje so zariadením pre automatickú výmenu nástrojov so zásobníkom nástrojov (vrátane revolverových hláv), musia mať kryty chrániace pred poranením nástrojom počas pohybu zásobníka	✗	✗	
Rotujúce upínacie zariadenie, ak je v dosahu obsluhy, má byť v dobe otáčania zakryté ochrannými krytmi, ako je uvedené v jednotlivých pridružených normách (ak zakrytie priestoru nie je možné, musia rotačné mechanizmy pre upínanie obrobku/nástroja mať hladké vonkajšie povrchy)	✗	✗	
Zariadenie pre upínanie skľúčovadiel, lícných dosák, trŕňov, nástršných hláv, nástrojov a iných odnímatešných častí stroja, musia vylúčiť ich samovoľné povolenie pri práci a odskrutkovani pri zmene smeru chodu	✓	✓	

Otáčajúce sa alebo posúvajúce a prídavné zariadenia na mechanizované upnutie obrobku, musia byť opatrené zreteľnými trvanlivými nápismi, udávajúcimi max. povolené charakteristiky zaručujúce bezpečnú prácu	✗	✗	
Mechanizované zariadenia (s hydraulickým, pneumatickým pohonom), na upínanie obrobku/nástroja na stroji, musia spoľahlivo upínať súčiastky a nástroje obrábania a to aj pri prerušení dodávky elektrickej energie, znížení tlaku oleja a vzduchu v hydraulických a pneumatických pohonomoch	✗	✗	
Upnutý obrobok sa nesmie za chodu stroja uvoľniť náhodným ovládnutím tlačidla, páky, pedála a pod.	✓	✓	
Upnutý rotujúci materiál, ktorý vyčnieva koncom z priechodzieho upínacieho zariadenia (napr. z vreteníka, nie však do pracovného priestoru) von zo stroja, musí byť zabezpečený prídavným ochranným zariadením	✓	✓	
11 Požiadavky plynúce z ochrany pred trieskami a reznou kvapalinou			
Kryty ohradzujúce priestor obrábania (alebo jeho časť, v ktorej prebieha obrábanie), musia chrániť obsluhu stroja a ľudí v okolí stroja pred odlietavajúcimi trieskami a reznou kvapalinou	✗	✗	
Kryty musia byť ľahko nastaviteľné do potrebnej polohy, nemajú zťažovať výmenu obrobkov/nástrojov, majú mať dostatočnú tuhú konštrukciu a majú umožniť zrakovú kontrolu obrábania a nemajú znižovať kvalitu osvetlenia	✗	✗	
Stroje, pri ktorých práca s otvoreným krytom v priestore obrábania predstavuje nebezpečenstvo úrazu, musia byť opatrené automatickým blokovaním, ktoré umožňuje zapnutie pracovného cyklu len ak je kryt zatvorený (blokovacie zariadenie nesmie byť použité pre automatické zapínanie pracovného cyklu stroja, ktorý sa musí zapínať samostatným zariadením)	✗	✗	
Kryty s priehľadnými otvormi musia poskytovať pohodlnú výmenu netrieštivého skla alebo iného priehľadného netrieštivého materiálu, ktorý nestráca rýchlo priehľadnosť pôsobením reznej kvapaliny a triesok	✗	✗	
Tvar stroja, jeho častí, prípravkov a súčastí musí umožňovať plynulý odvod triesok a chladiacej kvapaliny z priestoru obrábania a ľahké odstránenie triesok z obrábacieho stroja	✓	✓	
Pri strojoch musia byť prijaté opatrenia vylučujúce v maximálnej miere padanie triesok, reznej kvapaliny a prachu na pulty (panely) elektrického zariadenia a koncové vypínače	✓	✓	
Triesky, prach a rezná kvapalina nenarušujú funkciu riadiaceho systému stroja	✓	✓	
Pre zabránenie rozlietania kvapaliny po stroji a mimo neho, musí byť stroj opatrený vhodným systémom zberačov a musí byť zabránené rozstrekovaniu a rozprašovaniu kvapaliny do ovzdušia pracoviska	✓	✓	
12 Požiadavky plynúce z konštrukcie ovládacieho a oznamovacieho zariadenia			
Počet ovládacích a oznamovacích súčastí na stroji, ich konštrukcia a umiestnenie musia umožňovať ľahkú presnú a rýchlu manipuláciu a čítanie oznamovaných údajov	⊖	⊖	12,13
Konštrukcia a umiestnenie elektrických ovládacích a oznamovacích zariadení obrábacích strojov musí vyhovovať ustanoveniam STN EN 60204-1:(33 2200) 2007 (táto podmienka platí aj pre nožný/ručný ovládač pre núdzové zastavenie stroja hydraulický/pneumatický)	✓	⊖	13
Spustenie stroja je možné vždy práve z jedného spúšťacieho zariadenia (v prípade ak je stroj vybavený viacerými závesnými panelmi), zastavenie stroja musí byť možné vždy zo všetkých stanovišť a panelov naraz	✓	✓	
Rukoväte a iné ovládače strojov musia byť opatrené spoľahlivým spevnením zabráňujúcim ich samovoľnému pohybu	✓	✓	
Ovládače strojov musia byť blokovanie proti náhodnému zapnutiu hlavného pohybu, ak by ich zapnutie mohlo spôsobiť poruchu stroja a úraz	✓	✓	

Ovládacie zariadenie, pri ktorom by odpor poisťovacích súčastí bol na závalu jeho ľahkého ovládania, je nutné riešiť tak, aby sa pred zmenou jeho polohy odisťovalo dvomi rôznymi spôsobmi (napr. dva pohyby v rôznom smere)	✓	✓	
Ovládacie zariadenie musí byť zaistené proti samovoľnej zmene polohy a to aj pri maximálnom zaťažení stroja	✓	✓	
Ovládače, ktoré je treba prepínať pri malej rýchlosti hlavného pohybu alebo pri jeho vypnutí, musia byť označené výstražnými nápismi	✓	✓	
Nožné ovládače musia byť zaistené (napr. blokovaním funkcie ovládacích mechanizmov) proti náhodnému zošliapnutiu, ktoré by malo za následok nežiadúce spustenie stroja, zníženie upínacej sily a pod.	✗	✗	
Všetky ovládače, ako páky, ručné kolesá, spínače a pod. majú byť umiestnené tak, aby: - obsluhujúci nebol pri ich obsluhu ohrozený pohybujúcimi sa alebo inými nebezpečnými časťami stroja - boli v dosahu obsluhujúceho a z jeho stanovisk ľahko prístupné vo všetkých polohách - si vo všetkých možných vzájomných polohách neprekážali a nesťažovali pohyby pracovníka - so zreteľom k návyku pracovníkov boli, ak je to možné, ovládače s podobnými funkciami umiestňované do približne rovnakých polôh, pričom sa má dbať na to, aby ich rozmiestnenie zodpovedalo priestorovému usporiadaniu ovládaných častí, funkčným vzťahom, frekvencií obsluhy či následnosti vykonávaných operácií	✓	✓	
Ovládacie mechanizmy pohybov častí stroja, ktoré nemôžu nastať súčasne, musia byť vzájomne blokované	✓	✓	
Ovládacie súčasti pre nastavovanie funkcie stroja, pracovného cyklu a pod. pri programovo riadených strojoch, majú byť chránené pred nežiadúcou manipuláciou uzamknutím alebo povinnosťou použiť nástroj	✓	✓	
Ručné ovládače (tvarované ručné kolesá, kľuky, rukoväte) musia mať samočinné vypínanie, ktoré zabráni ich nútenému otáčaniu pri strojnom pohone (neplatí pre úplne hladké plné ručné ovládače)	✓	✓	
Ovládače by mali byť ľahko rozlíšiteľné buď tvarom, farbou, symbolickým označením alebo kombináciou týchto možností	✓	✓	
Ručné ovládače musia byť prevedené a umiestnené tak, aby bola v najväčšej miere zachovaná súslednosť pohybov a aby ich použitie bolo pohodlné, nespôsobovalo spriechenenie a narážanie ruky na iné ovládače alebo časti obrábacieho stroja a aby, pokiaľ je to možné, sa čo najviac vylúčilo náhodné pôsobenie na ne	✓	✓	
Onačenie ovládačov má byť prevedené výraznými, trvanlivými a na vzdialenosť min. 500 mm dobre čitateľnými symbolmi alebo nápismi (v prípade kedy je jasný význam ovládačov, sa symboly alebo nadpisy neuvádzajú)	✓	✓	
Pri automatických a programovo riadených strojoch je potrebné umožniť individuálnu kontrolu rôznych fáz pracovného cyklu (svetelná alebo iná signalizácia zaradenej funkcie)	✗	✗	Bezpečnostné požiadavky pre frézky podľa STN 20 0711
Kryt má byť ľahko nastaviteľný a musí zamedziť prístup k tej časti nástroja, ktorá sa pri obrábaní nedotýka obrobku, alebo musia byť frézky opatrené krytom, ktorý zabráňuje prístupu do nebezpečného pracovného priestoru stroja	✗	✓	
Pri univerzálnych konzolových a stolových frézkach so šírkou stola do 630 mm vrátane, nesmie doba do zastavenia vretena (bez nástroja) po vypnutí jeho chodu prevyšovať 6 s	✗	✓	

Pri vodorovných frézках a zvislých frézках s výškou max. 2,5 m musí byť zadný koniec vretena spolu s vyčnievajúcim koncom skrutky pre upnutie nástroja a koniec frézovacieho trňa, ktorý vyčnieva z opierky, zakrytý rýchlosnímateľným krytom	✗	✓	
Hlavy skrutiek a matíc na uťahovanie upínacích trňov nemusia byť zakryté podľa ustanovenia čl. 45 STN 20 0700 z r. 1988, ak nie sú v dosahu obsluhujúceho	✗	✓	
Pri univerzálnych konzolových a stolových frézках so šírkou stola 500 mm a viac a pri všetkých frézках s programovým riadením musí byť upínanie nástroja mechanizované	✗	✓	
Frézky bez mechanizovaného upínania musia mať bezpečný prístup k miestu upínania nástroja	✗	✓	
Vhodnou konštrukciou má byť odstránená zbytočná fyzická námaha pri výmene nástrojov (napr. upínaním spredu vretena, pneumatickým zariadením a pod.)	✗	✓	
Bezpečnostné požiadavky pre obrázačky podľa STN 20 0713			
Brzda šmýkadla musí byť realizovaná tak, aby sa šmýkadlo mohlo zastaviť v ľubovoľnej polohe svojho zdvihu a jeho poloha sa nemohla samovoľne zmeniť	✓	✗	
Vodorovné a zvislé obrázačky so zdvihom šmýkadla nad 200 mm, musia byť vybavené spoľahlivým zariadením pre automatické zdvihnutie nožového držiaka pri chode naprázdno	✓	✗	
Ovládacia páka musí byť umiestnená tak, aby bola ľahko prístupná z miesta obsluhy a vlastnou hmotnosťou nespôsobila uvoľnenie šmýkadla	✓	✗	
Šmýkadlá vodorovných obrázačiek nesmú vo svojej zadnej polohe prejsť mimo zakrytovanie	✓	✗	
Proti ustanoveniu čl. 45 STN 20 0700 z r. 1988 nemusí byť šmýkadlo zakryté ochranným krytom	✓	✗	

Legenda

- ✓ Požiadavka je splnená
- ⊗ Požiadavka nie je splnená
- ✗ Požiadavka sa netýka daného strojového zariadenia (napr. nie je vo výbave, platí pre inú skupinu strojov atď.)

Príloha 3: Výpočet zbytkovej životnosti komponentov na sústruhoch SV 18 RA

Stýkač typu V13C – 005 (S1, S2)

$d_{op} = 100 \text{ dní/rok}$

$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$

$t_{cycle} = 30 \text{ min/cyklus} = 1\,800 \text{ s/cyklus}$

$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$

$B_{10d} = 2\,000\,000 \text{ cyklov}$

$$n_{op} = \frac{100 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{1\,800 \text{ s/cyklus}} = 1\,200 \text{ cyklov/rok} \quad (7)$$

$$n_v = 1\,200 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 18\,000 \text{ cyklov} \quad (8)$$

$$n_z = 2 * 10^6 \text{ cyklov} - 18\,000 \text{ cyklov} - 1500 \text{ cyklov} = 1\,980\,500 \text{ cyklov} \quad (9)$$

$$t_z = \frac{1\,980\,500 \text{ cyklov}}{1300 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{1523 \text{ rokov}} \quad (10)$$

Stýkač typu VM4-014 (S3, S4)

Výpočet: Vid' stýkače S1 a S2.

Výsledok: Stýkače pre pohon všetkých motorov majú dostatočnú životnosť a po zohľadnení bezpečnostnej funkcie.

Istiace relé typ R100 (F1, F2 a F3)

Istiace relé slúžia proti preťaženiu, alebo skratu motorov č. 2,3 a 4

$d_{op} = 100 \text{ dní/rok}$

$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$

$t_{cycle} = 3 \text{ hod/cyklus} = 10\,800 \text{ s/cyklus}$

$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$

$B_{10d} = 400\,000 \text{ cyklov}$

$$n_{op} = \frac{100 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{10\,800 \text{ s/cyklus}} = 200 \text{ cyklov/rok} \quad (11)$$

$$n_v = 200 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 3\,000 \text{ cyklov} \quad (12)$$

$$n_z = 400\,000 \text{ cyklov} - 3\,000 \text{ cyklov} - 1500 = 395\,500 \text{ cyklov} \quad (13)$$

$$t_z = \frac{395\,500 \text{ cyklov}}{300 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{1\,318 \text{ rokov}} \quad (14)$$

Výsledok: Istiace relé F1, F2 a F3 majú dostatočnú zbytkovú životnosť.

Koncový spínač typu 4937-422 (K1 a K2)

$d_{op} = 100 \text{ dní/rok}$

$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$

$t_{cycle} = 30 \text{ min/cyklus} = 1\,800 \text{ s/cyklus}$

$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$

$B_{10d} = 400\,000 \text{ cyklov}$

$$n_{op} = \frac{100 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{1\,800 \text{ s/cyklus}} = 1\,200 \text{ cyklov/rok} \quad (15)$$

$$n_v = 1\,200 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 18\,000 \text{ cyklov} \quad (16)$$

$$n_z = 400\,000 \text{ cyklov} - 18\,000 \text{ cyklov} - 1\,500 \text{ cyklov} = 380\,500 \text{ cyklov} \quad (17)$$

$$t_z = \frac{380\,500 \text{ cyklov}}{1\,300 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{293 \text{ rokov}} \quad (18)$$

Výsledok: Koncové spínače K1 a K2 majú dostatočnú zbytkovú životnosť. Vo výpočte bola zohľadnená bezpečnostná funkcia.

Tlačidlo typ 236 A01, červené (CENTRAL STOP)

Po konzultácii s firmou EBO, bol odhadnutý stredný počet stlačení tlačidla „central stop“ na 100 cyklov ročne. Hodnota B_{10d} je normovaná na 100 000 cyklov. Výpočet pokračuje vzorcom (18) pre stredný počet vyčerpaných cyklov počas celej prevádzky stroja.

$$n_v = 100 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 1\,500 \text{ cyklov} \quad (19)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 1\,500 \text{ cyklov} = 98\,500 \text{ cyklov} \quad (20)$$

$$t_z = \frac{98\,500 \text{ cyklov}}{100 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{985 \text{ rokov}} \quad (21)$$

Výsledok: Tlačidlo „central stop“ má vyhovujúcu zbytkovú životnosť.

Tlačidlo typ 236 C10, zelené (ŠTART)

$$d_{op} = 100 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 1 \text{ hod/cyklus} = 3\,600 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{100 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{3600 \text{ s/cyklus}} = 600 \text{ cyklov/rok} \quad (22)$$

$$n_v = 600 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 9\,000 \text{ cyklov} \quad (23)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 9\,000 \text{ cyklov} - 1\,500 \text{ cyklov} = 89\,500 \text{ cyklov} \quad (24)$$

$$t_z = \frac{89\,500 \text{ cyklov}}{700 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{128 \text{ rokov}} \quad (25)$$

Výsledok: Tlačidlo „štart“ má vyhovujúcu zbytkovú životnosť. Vo výpočte bola zohľadnená aj bezpečnostná funkcia.

Tlačidlo otočné typ 236 B10, čierne (A3)

$$d_{op} = 100 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 1 \text{ hod/cyklus} = 3\,600 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{100 \frac{dni}{rok} * 6 hod/deň * 3600 s/h}{3600 s/cyklus} = 600 \text{ cyklov/rok} \quad (26)$$

$$n_v = 600 \frac{cyklov}{rok} * 15 \text{ rokov} = 9\,000 \text{ cyklov} \quad (27)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 9\,000 \text{ cyklov} = 91\,000 \text{ cyklov} \quad (28)$$

$$t_z = \frac{91\,000 \text{ cyklov}}{600 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{152 \text{ rokov}} \quad (29)$$

Výsledok: Tlačidlo A3 má vyhovujúcu zbytkovú životnosť.

Hlavný vypínač typ VK25

$d_{op} = 100 \text{ dní/rok}$

$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$

$t_{cycle} = 2 \text{ hod/cyklus} = 7\,200 \text{ s/cyklus}$

$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$

$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$

$$n_{op} = \frac{100 \frac{dni}{rok} * 6 hod/deň * 3600 s/h}{7200 s/cyklus} = 300 \text{ cyklov/rok} \quad (30)$$

$$n_v = 300 \frac{cyklov}{rok} * 15 \text{ rokov} = 4\,500 \text{ cyklov} \quad (31)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 4\,500 \text{ cyklov} = 95\,500 \text{ cyklov} \quad (32)$$

$$t_z = \frac{95\,500 \text{ cyklov}}{300 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{318 \text{ rokov}} \quad (33)$$

Výsledok: Hlavný vypínač má vyhovujúcu zbytkovú životnosť.

Príloha 4: Výpočet zbytkovej životnosti komponentov na obrážačke
HOV 25 A

Hlavný vypínač

$$d_{op} = 80 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 2 \text{ hod/cyklus} = 7\,200 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{80 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{7200 \text{ s/cyklus}} = 240 \text{ cyklov/rok} \quad (34)$$

$$n_v = 240 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 3\,600 \text{ cyklov} \quad (35)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 3\,600 \text{ cyklov} = 96\,400 \text{ cyklov} \quad (36)$$

$$t_z = \frac{96\,400 \text{ cyklov}}{240 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{402 \text{ rokov}} \quad (37)$$

Výsledok: Hlavný vypínač strojového zariadenia nemá prekročenú životnosť.

Stýkač KM1 a KM2

$$d_{op} = 80 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 30 \text{ min/cyklus} = 1\,800 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 2\,000\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{80 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{1\,800 \text{ s/cyklus}} = 960 \text{ cyklov/rok} \quad (38)$$

$$n_v = 960 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 14\,400 \text{ cyklov} \quad (39)$$

$$n_z = 2\,000\,000 \text{ cyklov} - 14\,400 \text{ cyklov} - 900 \text{ cyklov} = 1\,984\,700 \text{ cyklov} \quad (40)$$

$$t_z = \frac{1\,984\,700 \text{ cyklov}}{1\,020 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{1946 \text{ rokov}} \quad (41)$$

Výsledok: Stýkače KM1 a KM2 pre spúšťanie motorov č. 1 a 2 nemajú prekročenú životnosť.

Istiace relé FA1 typu R104

$$d_{op} = 80 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 3 \text{ hod/cyklus} = 10\,800 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 44 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 400\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{80 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{10\,800 \text{ s/cyklus}} = 160 \text{ cyklov/rok} \quad (42)$$

$$n_v = 160 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 2\,400 \text{ cyklov} \quad (43)$$

$$n_z = 400\,000 \text{ cyklov} - 2\,400 \text{ cyklov} - 900 \text{ cyklov} = 396\,700 \text{ cyklov} \quad (44)$$

$$t_z = \frac{396\,700 \text{ cyklov}}{220 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{1\,803 \text{ rokov}} \quad (45)$$

Výsledok: Istiace relé FA1 určené na istenie proti preťaženiu alebo skratu motora č. 2 nemá prekročenú životnosť.

Tlačidlo ŠTART

$$d_{op} = 80 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 1 \text{ hod/cyklus} = 3\,600 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{80 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{3600 \text{ s/cyklus}} = 480 \text{ cyklov/rok} \quad (46)$$

$$n_v = 480 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 7\,200 \text{ cyklov} \quad (47)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 7\,200 \text{ cyklov} - 900 \text{ cyklov} = 91\,900 \text{ cyklov} \quad (48)$$

$$t_z = \frac{91\,900 \text{ cyklov}}{540 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{170 \text{ rokov}} \quad (49)$$

Výsledok: Tlačidlo „štart“ pre spúšťanie motora č. 1 strojového zariadenia nemá presiahnutú životnosť.

Tlačidlo STOP

$$d_{op} = 80 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 1 \text{ hod/cyklus} = 3\,600 \text{ s/cyklus}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{80 \frac{\text{dní}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{3600 \text{ s/cyklus}} = 480 \text{ cyklov/rok} \quad (50)$$

$$n_v = 480 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 7\,200 \text{ cyklov} \quad (51)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 7\,200 \text{ cyklov} = 92\,800 \text{ cyklov} \quad (52)$$

$$t_z = \frac{92\,800 \text{ cyklov}}{480 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{193 \text{ rokov}} \quad (53)$$

Výsledok: Tlačidlo „stop“ má vyhovujúcu zbytkovú životnosť.

Tlačidlo CENTRAL STOP

Podobne ako pri sústruhoch typu SV 18 RA, aj pri obrázačke HOV 25 A bol odhadnutý počet stlačení n_{op} . Keďže stroj je používaný menej často ako sústruhy, bola hodnota stanovená na 60 cyklov za rok.

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_v = 60 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 900 \text{ cyklov} \quad (54)$$

$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 900 \text{ cyklov} = 99\,100 \text{ cyklov} \quad (55)$$

$$t_z = \frac{99\,100 \text{ cyklov}}{60 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{1652 \text{ rokov}} \quad (56)$$

Výsledok: Tlačidlo „central stop“ pre núdzové zastavenie strojového zariadenia nemá presiahnutú životnosť.

Tlačidlo pre rýchloposuv

$$d_{op} = 80 \text{ dní/rok}$$

$$h_{op} = 6 \text{ hod/deň}$$

$$t_{cycle} = 30 \text{ min/cyklos} = 1\,800 \text{ s/cyklos}$$

$$t_{prev} = 15 \text{ rokov}$$

$$B_{10d} = 100\,000 \text{ cyklov}$$

$$n_{op} = \frac{80 \frac{\text{dni}}{\text{rok}} * 6 \text{ hod/deň} * 3600 \text{ s/h}}{1\,800 \text{ s/cyklos}} = 960 \text{ cyklov/rok} \quad (57)$$

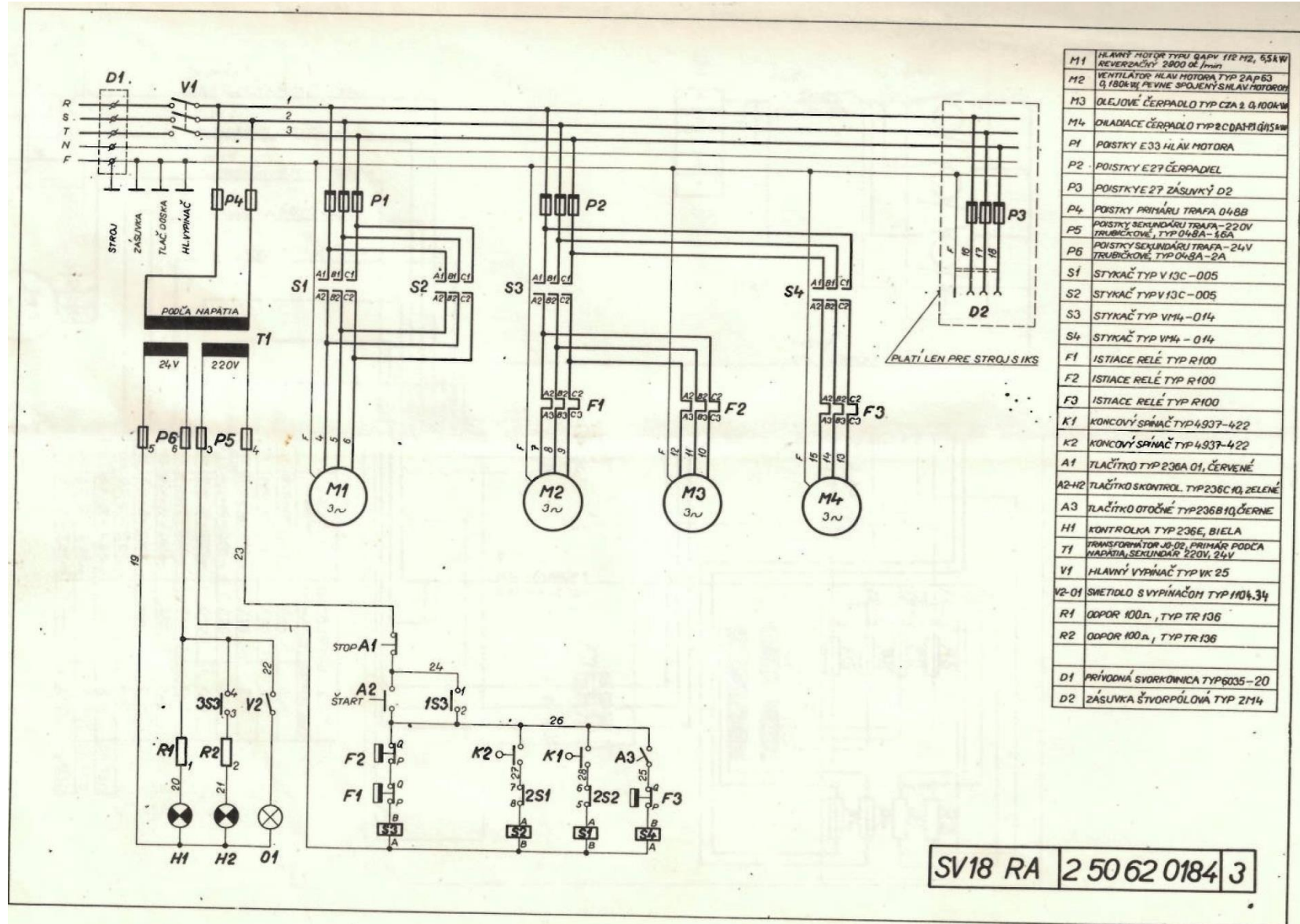
$$n_v = 960 \frac{\text{cyklov}}{\text{rok}} * 15 \text{ rokov} = 14\,400 \text{ cyklov} \quad (58)$$

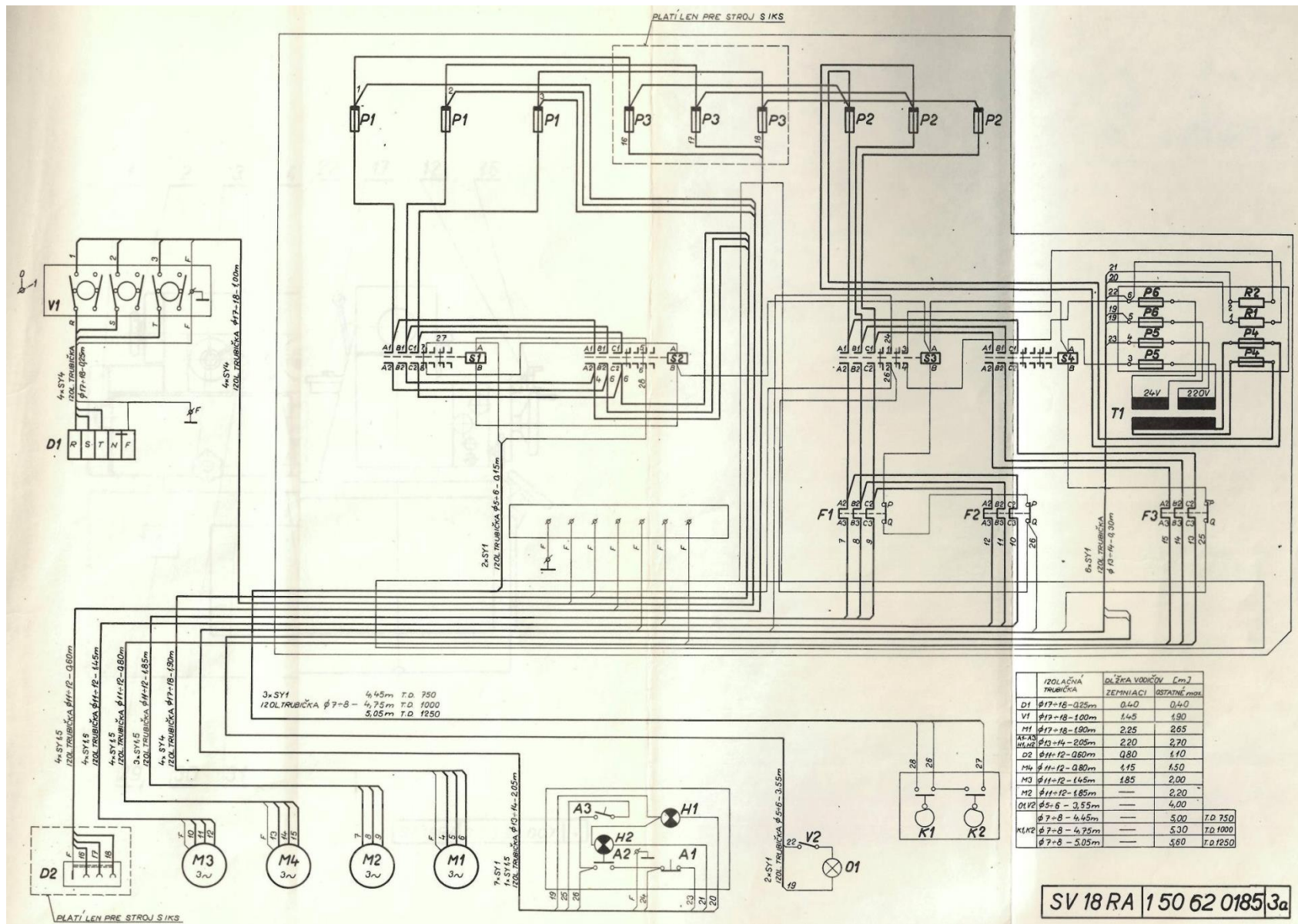
$$n_z = 100\,000 \text{ cyklov} - 14\,400 \text{ cyklov} = 85\,600 \text{ cyklov} \quad (59)$$

$$t_z = \frac{85\,600 \text{ cyklov}}{960 \text{ cyklov/rok}} = \mathbf{89 \text{ rokov}} \quad (60)$$

Výsledok: Tlačidlo pre rýchloposuv má zbytkovú životnosť ešte približne 89 rokov.

Príloha 5: Elektrická schéma sústruhu SV 18 RA





IZOLACIJA TRUBIČKA	DLEŽKA VODIČOV [cm]	
	ZEMNIAČI	OSTATNÉ
D1 Ø17-18-025m	0,40	0,40
V1 Ø17-18-100m	1,45	1,90
M1 Ø17-18-190m	2,25	2,65
M2 Ø13-14-205m	2,20	2,70
D2 Ø11-12-080m	0,80	1,10
M4 Ø11-12-080m	1,15	1,50
M3 Ø11-12-145m	1,85	2,00
M2 Ø11-12-185m	---	2,20
O1V2 Ø5-6 - 3,55m	---	4,00
Ø7-8 - 4,45m	---	5,00 T.D. 750
Ø7-8 - 4,75m	---	5,30 T.D. 1000
Ø7-8 - 5,05m	---	5,60 T.D. 1250

Príloha 6: Elektrická schéma obrážačky HOV 25 A

